GRAĐEVINAR

1

ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA N. R. H.

GODINA IX SIJEČANJ 1957



Kutno-krajnji stup dalekovoda 30 kV Sinj — Peruča, dva vibrirana šuplja stupa sistem »Šperac« s asimetričnim konsolama. — Izrada: **JADRANKA,** tvornica cementnih proizvoda — SPLIT, Obala J. N. Armije 7, tel. 3397, 2340 Montaža: SVJETLOST, SPLIT — Projekt: TEHNIKA, SPLIT

»GRAĐEVINAR«

GOD. IX. **BROJ 1**

SADRŽAJ:

SARADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIONOM ODBORU I UREDNIKU!

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna;
tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuje unašanje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;
CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki;
fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;
popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijentaciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;
jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.
Više slika, manje teksta — vaš će se rad više cijeniti!

Čitaoci traže više članaka na manje stranica; zadovoljite čitaoce, oni će Vam biti zahvalni!
Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, slike se računaju kao tekst.
RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Društvo građevinskih inženjera i tehničara NRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.
Glavni urednik: Ing. Ervin Nonveiller.
Tehnički urednik: Ing. Lida Zlatić.

Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 36-271 — Tek. račun kod Komunalne banke Zagreb 40-KB-4/Ž-1151

Tisak »TIPOGRAFIJA« grafičko-nakladni zavod, Zagreb

Specijalni stručni sajmovi međunarodnog karaktera u Ljubljani

»Gospodarsko razstavišče« u Ljubljani prirediće u godini 1957. ukupno 6 specijalnih stručnih sajmova međunarodnog karaktera i to:

II. SAJAM MODE I KOŽARSTVA SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM I REVIJOM SAVREMENOG ODJEVANJA ima cilj, da prije svega prikaže najnovije proljetne i ljetne tkanine, ženska, muška i dječja odjela u raznovrsnim modernim uzorcima, dalje modele moderne obuće, razne kožne i galanteriske proizvode kao i strojeve i pomoćna sretstva za tekstilnu, kožnu i prerađivačku industriju. Na Sajmu i reviji savremenog odijevanja, koji se održava od 30. III. do 7. IV. 1957. godine učestvuju i poduzeća iz inostranstva.

SAJAM PROMETNIH SRETSTAVA SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM prikazaće sve vrste savremenih prometnih sretstava za zračni, suhozemni i vodni promet. Na tom specijalnom sajmu skoncentrirat će se dakle ponude raznih modernih prometnih sretstava, prije svega automobila, motornih kotača kao i sva sretstva prometa sa područja plovidbe, avijacije, željeznice, žičara i t. d. Izloženi bit će i razni prometni i signalni uređaji. Svakako će taj sajam prometnih sretstava stvoriti najbolji kontakt između prcizvođača i kupaca. Sajam bit će od 25. V. do 2. VI. 1957. godine.

II. MEĐUNARODNI SAJAM AMBALAŽE prikazat će najsavremenija sretstva za ambaliranje kao i razne vrste ambalaže za razne potrebe. Na stručnim savjetovanjima proučiće se i pitanje upotrebe raznih novih sirovina za proizvodnju ambalaže kao i sva problematika poboljšanja naše ambalaže i njenog plasiranja u zemlji i u inostranstvu. Sajam ambalaže bit će od 29. VI. do 7. VII. 1957. godine.

II. JUGOSLAVENSKI EKSPORTNI SAJAM prikupit će na jednom mjestu kako sve uzorke naših izvoznih artikala tako i mnogobrojne inostrane kupce tih artikala, koji će imati na tom sajmu jedinstvenu priliku, da se na jednom mjestu upoznaju sa čitavim bogatim i kvalitetnim asortimanom naših izvoznih artikala i da na samom sajmu zaključuju i određene komercijalne ugovore. Eksportni sajmovi u Ljubljani su jedinstveni sajmovi te vrste ne samo u Jugoslaviji, nego i u čitavoj Evropi, a učešće na tim sajmovima pretstavlja uštedu vremena i troškova za putovanje kako za domaće proizvođače tako i za inostrane kupce. Eksportni sajam održat će se od 3. do 11. VIII. 1957. godine.

III. MEĐUNARODNI VINSKI SAJAM ima cilj u oštroj međunarodnoj konkurenciji najkvalitetnijih vina čitavog svjeta unaprediti međunarodnu trgovinu vina. Međunarodni sajmovi vina u Ljubljani uspješno su se već afirmirali u stranom svijetu što dokazuje i dejstvo, da će prilikom tog sajma u Ljubljani biti i kongres Međunarodnog udruženja vinogradara (sa sjedištem u Parizu) u Ljubljani.

IV. MEĐUNARODNI SAJAM RADIA I TELEKOMUNIKACIJA koji se održava od 26. X. do 3. XI. 1957. god. prikazat će ponovo skoncentriran veliki izbor najnovijih proizvoda s područja cjelokupne elektrotehnike odn. radija i televizije, telekomunikacijskih uređaja, industrijske i medicinske elektronike i t. d.

Za sve specijalne sajmove u Ljubljani vlada u zemlji i u inostranstvu velik interes, jer će biti proizvađačima, trgovcima i potrošačima dana jedinstvena prilika da se upoznaju sa čitavim izborom najmodernijih proizvoda dotične grane kao i sa svom potrebnom tehničkom i komercijalnom dokumentacijom.

Tačnije informacije daje: »Gospodarsko razstavišče«, Ljubljana, Titova 50, Telefon: 32-922.

Pretstavništvo GR u **Beogradu:** Balkanska 27, tel.: 27-331.

Pretstavništvo GR u **Zagrebu:** Degenova 6, telefon: **32-269.**

GRAĐEVINAR

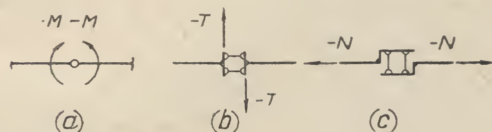
GOD. IX. SIJEČANJ 1957 BROJ 1

NEPOSREDNO IZNALAŽENJE UTICAJNIH LINIJA ZA UNUTARNJE SILE U OKVIRNIM SISTEMIMA NOSAČA METODOM DEFORMACIJA (POSTUPAK NUL-POLJA)

Prof. em. Dr. Ing. **Rajko Kušević**, Zagreb

Postupak nul-polja za iznalaženje unutarnjih sila u presjecima štapova okvirnih sistema nosača bazira na poznatom stavu, koji je lako dokazati s pomoću principa virtualne radnje:

Umetne li se u kojem god presjeku n puta hiperstatičkog sistema nosača nul-polje unutarnje sile S (za $S \equiv M$ zglob, za $S \equiv T$ ili $S \equiv N$ vođice, v. sl. 1) i optereti li se tako nastali $(n-1)$ puta hiperstatički sistem nosača u nul-polju dvojnim djelovanjem $S = -1$, predstavlja time proizvedena elastična linija teretnog pojasa nosača uticajnu liniju unutarnje sile S. Progibi se pri tome određuju i uzimaju kao pozitivni u smjeru i smislu pokretnog tereta. Mjerilo za ordinate uticajne linije dano je međusobnim pomakom obaju presjeka, koji se sastaju u nul-polju, mjerenim u smislu dvojnog djelovanja.



Sl. 1.

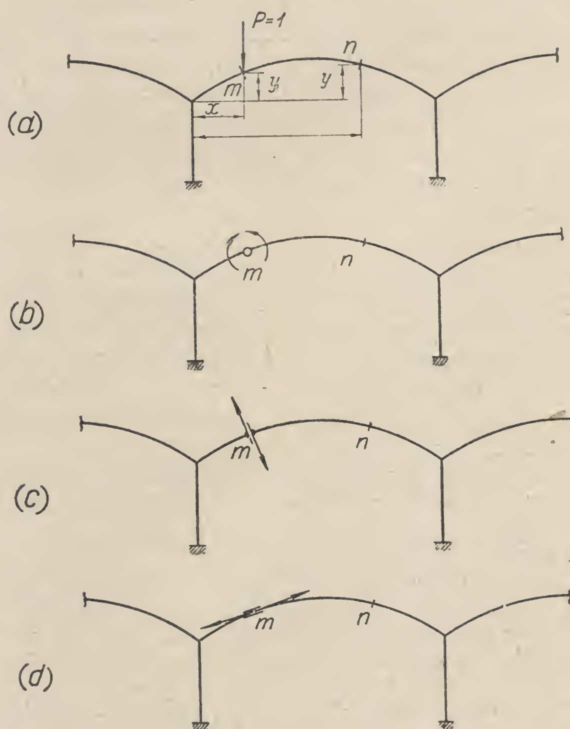
U metodi sila postupak nul-polja je u osnovi odavno poznat, ali je, usprkos svoje zornosti i načelne jednostavnosti, bio primjenjivan samo za najjednostavnije sisteme nosača (kontinuirane grede i uklještene lukove [1], [2], [3], [4].* Njegovu širu primjenu ometale su teškoće, koje zadaje izračunavanje $(n-1)$ puta hiperstatičkog sistema nosača s nul-poljem. Tek god. 1939. postupak je u jednoj piščevoj publikaciji tako razrađen, da je postao za praksu racionalno upotrebljiv [6], [7]. Izračunavanje $(n-1)$ puta hiperstatičkog sistema, nosača s nul-poljem, tu je svedeno na izračunavanje danog n puta hiperstatičkog sistema [sl. 2a—d i obrasci (I), (II), (III)]: momenat savijanja M_{ξ}^{M} u kojem god presjeku s apscisom ξ sistema s nul-poljem, proizveden dvojnim napadom $-M_x$ u nul-polju s apscisom x, dobiva se jednostavnim deriviranjem momenta savijanja $M_{\xi,x}$ u istom presjeku danog n puta hiperstatičkog sistema, proizvedenog silom $P = 1$ u presjeku x.

$$\text{(I)} \quad M_{\xi}^{M} = -J_x \cdot \cos\varphi_x \cdot \frac{\partial^2 M_{\xi,x}}{\partial x^2},$$

$$\text{(II)} \quad M_{\xi}^{T} = \frac{\partial M_{\xi}^{M}}{\partial s},$$

$$\text{(III)} \quad M_{\xi}^{N} = \frac{\partial M_{\xi}^{T}}{\partial \varphi_x}; \qquad \left(\varphi_x = \frac{dy}{dx}\right).$$

Primjenu postupka nul-polja *u metodi deformacija* prvi je prikazao G u l d a n u svom poznatom djelu o izračunavanju okvirnih i kontinuiranih sistema nosača [8], ali samo načelno, i to jedino za određivanje uticajnih linija momenata savijanja u priključnim presjecima štapova, ne ulazeći dalje ni u praktičnu provedbu postupka, ni u njegovu



Sl. 2a—d

x, y .. koordinate težišta presjeka m

ξ, η .. koordinate težišta presjeka n

*) Za složenije sisteme nosača postupak je upotrebljavan pri određivanju uticajnih linija hiperstatičkih veličina na modelima [5].

ocjenu. Guldan prema tome ne spominje ni nedostatke postupka za praktično računanje, koji se pojavljuju zbog umetanja zgloba u sistem (nul-polje momenta savijanja). God. 1952. taj je postupak u metodi deformacija detaljno razradio prof. Klöppel [9], ograničavajući se pri tome na sisteme okvirnih nosača s pravim štapovima konstantnog presjeka. Klöppel provodi cio račun sa izmijenjenim $(n-1)$ puta hiperstatičkim sistemom. Njegov rad pokazuje, što se moglo i predvidjeti, da takav način primjene postupka nul-polja ima i u metodi deformacija bitnih nedostataka. Ti nedostaci potiču otuda, što za štap s nul-poljem unutarnje sile S_m ne vrijede osnovni obrasci metode deformacija, po kojima su momenti savijanja u krajnjim presjecima štapa izraženi u zavisnosti od danog vanjskog djelovanja na štapu i njegovih komponenti stanja pomaka (kuteva zaokreta čvorova i kuta zaokreta štapa). To su obrasci**):

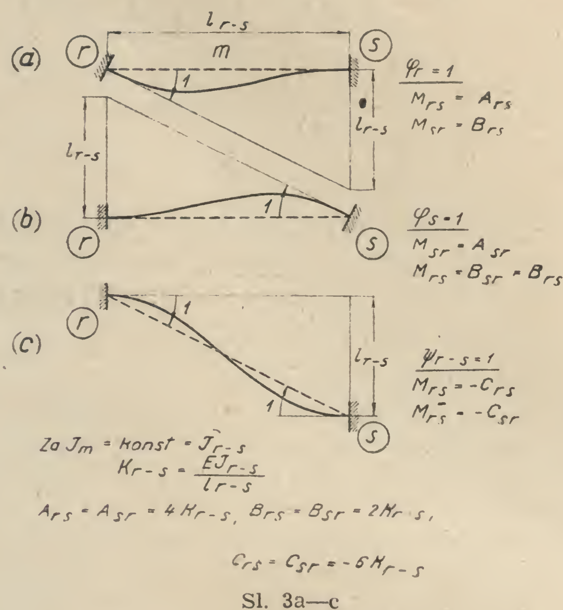
za štap $r-s$ čvrsto priključen na oba kraja:

$$(1)\quad \begin{cases} M_{rs} = \mathfrak{M}_{rs} + A_{rs}\,\varphi_r + B_{rs}\,\varphi_s - C_{rs}\,\psi_{r-s}, \\ M_{sr} = \mathfrak{M}_{sr} + A_{sr}\,\varphi_s + B_{rs}\,\varphi_r - C_{sr}\,\psi_{r-s}; \end{cases}$$

za štap $r-a$ čvrsto priključen u čvoru r, a zglobno u susjednom čvoru:

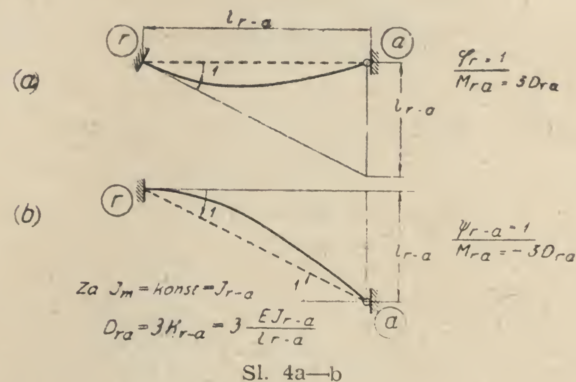
$$(2)\quad M_{ra} = \mathfrak{M}_{ra} + D_{ra}\,\varphi_r - D_{ra}\,\psi_{r-a}.$$

$\mathfrak{M}_{rs}$, $\mathfrak{M}_{sr}$, $\mathfrak{M}_{ra}$ su momenti savijanja u priključnim presjecima štapa u geometrijski određenom osnovnom sistemu (t. j. s potpunim uklještenjem u čvoru i i k odn. u čvoru i), proizvedeni od danog vanjskog djelovanja na štapu. Koeficijenti deformacionih veličina imaju značenje momenata savijanja u priključnim presjecima štapa, proizvedenih jediničnim zaokretanjima krajnjih presjeka štapa odn. samoga štapa. (V. sl. 3a, 3b, 3c i 4a, 4b, na kojima su navedene i vrijednosti tih koeficijenata za slučaj da štap ima momenat tromosti presjeka konstantan po cijeloj svojoj dužini.) Mjesto tih jednostavnih obrazaca dobivaju se za štap s nul-poljem unutarnje sile S_m obrasci sa daleko složenijim izrazima za ležišne momente od vanjskog djelovanja i za koeficijente deformacionih veličina. Stoga se matrica uslovnih jednadžbi za izračunavanja komponenti stanja pomaka okvirnog sistema, t. j. kuteva zaokreta čvorova φ_r i međusobno neovisnih kuteva zaokreta štapova ϑ_E, razlikuje od



Sl. 3a—c

originalne matrice za izračunavanje tih veličina od različitih vanjskih djelovanja u danom sistemu okvirnog nosača bez nul-polja promatrane unutarnje sile, za koju se traži uticajna linija. Zbog složenijih izraza za momente u krajnjim presjecima štapa s nul-poljem djelomično su koeficijenti nepoznanica i složeniji za brojčano izračunavanje.



Sl. 4a—b

Taj nedostatak ne bi, međutim, sam po sebi bio toliko značajan. Za određivanje uticajne linije promatrane unutarnje sile S_m u presjeku m bitan je drugi nedostatak postupka: za izračunavanje uticajne linije momenta savijanja il poprečne sile u svakom pojedinom presjeku jednoga štapa dobiva se različita matrica uslovnih jednadžbi, pa prema tome treba sistem uslovnih jednadžbi toliko puta postavljati i rješavati, koliko se određuje različitih uticajnih linija. Zbog toga je takav postupak iznalaženja uticajnih linja za praksu očigledno neupotrebljiv.

Svi navedeni nedostaci postupka mogu se međutim izbjeći, ako se izračunavanje nepoznatih deformacionih veličina za sistem okvira s nul-poljem unutarnje sile S_m svede na izračunavanje tih veličina u danom sistemu bez nul-polja. To se ovdje,

---

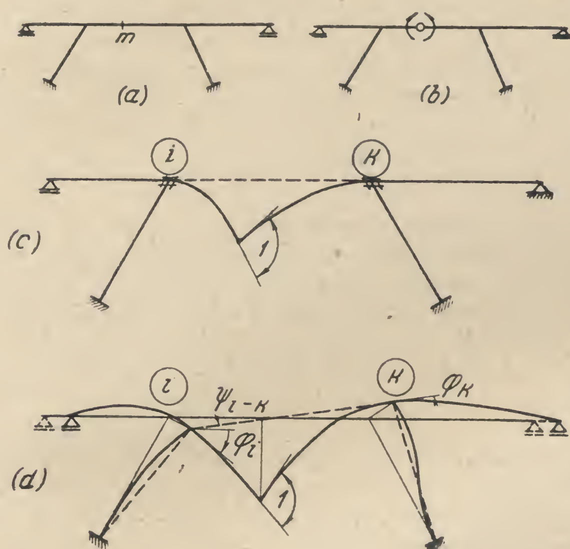
**) Načelno su upotrebljene oznake kako su uobičajene u metodi deformacija, s ovim neznatnim odstupanjima:

Veličine s izmjenljivim znakovima u indeksu (dužine štapova, momenti tromosti štapova s konstantnim presjekom i kutevi zaokreta štapova) imaju crticu između dvaju znakova u indeksu. Koeficijenti deformacionih veličina u osnovnim obrascima (1) i (2) označeni su velikim slovima, s obzirom na njihovo statičko značenje.

Pravila za predznake kuteva zaokreta čvorova i štapova kao i za predznake momenata savijanja u krajnjim presjecima štapova također odgovaraju onima, koja su najviše uvedena. Kutevi zaokreta čvorova i štapova su pozitivni u smislu okretanja kazaljke na satu. Isto vrijedi i za momente savijanja u priključnim presjecima štapova.

razumljivo, ne može učiniti na isti način kao u metodi sila, nego se mora postupiti drugačije, shodno biti metode deformacija.

Postupak ćemo objasniti na primjeru uticajne linije za momenat savijanja u presjeku x_m srednje grede $i — k$ razupornog okvira na sl. 5a s jednom slobodom kretanja figure čvornih tačaka. Sl. 5b prikazuje sistem s nul-poljem i dvojno djelovanje u nul-polju, koja daje uticajnu liniju M_m kao elastičnu liniju. Na sl. 5c prikazana je deformacija,



Sl. 5a—d

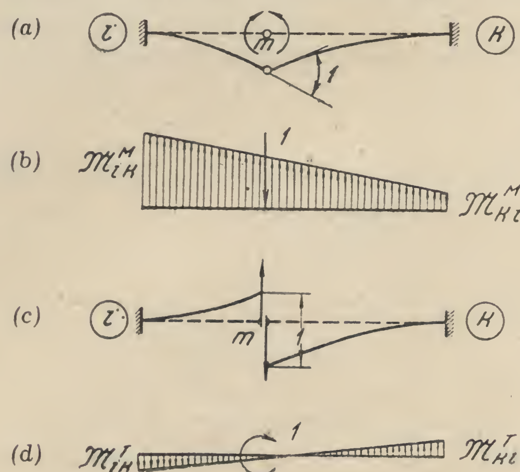
proizvedena od tog djelovanja u geometrijski određenom osnovnom sistemu, koji služi za izračunavanje danog sistema na sl. 5a po metodi deformacija.*) Zamislit ćemo sada, da je nakon izvršene jedinične deformacije od napada — zasada nepoznatog — dvojnog negativnog momenta — M_m u nul-polju štapa $i — k$ to nul-polje zatvoreno, t. j. da su oba susjedna presjeka u nul-polju međusobno ukrućena u položaju, u koji su došli nakon jedinične deformacije. Priključni momenti i ležišne reakcije tako deformiranog obostrano ukliještenog štapa dolaze s obrnutim smislom djelovanja u račun kao vanjsko opterećenje danog sistema nosača na sl. 5a u čvorovima i i k. Od njih proizvedena zaokretanja čvorova φ_i i φ_k i neovisno zaokretanje $\vartheta_r = \psi_{r-s}$ po volji odabranog štapa $r — s$ u tom sistemu nosača dobivaju se iz uslovnih jednadžbi s istom matricom koeficijenata, koja služi za izračunavanje sistema pod danim vanjskim djelovanjima (vlastitim teretom, pokretnim teretom, promjenom temperature i t. d.). Prema tome, za određivanje uticajnih linija za unutarnje sile u kojem god presjeku kojega god štapa služi opće (neodređeno) rješenje sistema uslovnih jednadžbi, postavljenog za dani okvirni sistem nosača bez nul-polja.

Treba još napomenuti, da nije podesno raditi s jediničnom napadnom dvojnom silom u nul-polju unutarnje sile, kako je to uobičajeno i kako to odgovara metodi sila, jer se tako dobiva uticajna linija promatrane unutarnje sile s faktorom mjerila, koji se mora naknadno izračunavati iz priključnih momenata štapa s nul-poljem i iz pomaka i zaokretanja njegovih krajnjih presjeka. Ovdje, u metodi deformacija, bolje je raditi s jediničnom deformacijom u nul-polju. Na taj način dobivaju se uticajne linije s pravim veličinama ordinata.

I. Okvirni sistemi nosača s prävim štapovima konstantnog momenta tromosti presjeka

a) Za momente savijanja u krajnjim presjecima obostrano ukliještenog štapa s jediničnom deformacijom u nul-polju u smislu dvojnog napadnog momenta $\mathfrak{M}_m$, t. j. jediničnim kutom međusobnih zaokretanja dvaju susjednih presjeka u nul-polju, dobivaju se jednostavni obrasci, kojim se mogu lako izvesti s upotrebom drugog Mohrovog stavka o iznalaženju elastične linije kao momentne linije za drugo opterećenje s intenzitetom $\mathfrak{M}/EI_{i-k}$, dakle s elementarnim teretima $(\mathfrak{M}/EI_{i-k})ds = d\varphi$. Sa $E = 1/I_{i-k}$ dobivamo za intenzitet drugog tereta jednostavnu vrijednost $\mathfrak{M}$.

Pogledamo li elastičnu liniju obostrano ukliještene grede $i — k$, proizvedenu jediničnom deformacijom $\Delta_m\varphi = 1$ u nul-polju momenta savijanja (slika 6a), vidimo, da ležišne reakcije te grede



Sl. 6a—d

zbog »drugog opterećenja« s intenzitetom $\mathfrak{M}$ moraju biti jednake nuli, jer se krajnji presjeci grede ne zaokreću. Prema tome mora »drugi teret« na gredi biti sam za sebe uravnotežen. To znači, da trapezna momentna površina (sl. 6b) mora biti u ravnoteži s jediničnom silom u presjeku pod nul-poljem, koja po prvom Mohrovom stavku odgovara jediničnoj promjeni kontingencijskog kuta u nul-polju. Težište trapezne površine mora se prema

*) Zbog jasnijeg prikaza povećane su ordinate elastičnih linija na sl. 5c (kao i na sl. 5d), pa je stoga međusobni kut zaokreta susjednih presjeka u nul-polju na slici veći od 1.

tome nalaziti pod nul-poljem. Na osnovi toga mogu se ležišni momenti lako odrediti i grafički [6], [7]. Analitički ih dobivamo, na pr., iz momentnog uslova ravnoteže »drugog tereta« za lijevi i desni kraj štapa. Rješenje tako dobivenih dviju linearnih jednadžbi sa dvije nepoznanice daje:

$$(3)\quad \begin{cases} \mathfrak{M}^{M}_{ik} = -\dfrac{2}{l^2_{i-k}}(2x_m' - x_m), \\ \mathfrak{M}^{M}_{ki} = +\dfrac{2}{l^2_{i-k}}(2x_m - x_m'). \end{cases}$$

Za *specijalni slučaj*, da je m ležišni presjek, na pr. presjek uz čvor i, dobivamo sa $x'_m = l_{i-k}$, $x_m = 0$, vrijednosti

$$(3a)\quad \begin{cases} \mathfrak{M}^{M}_{ik} = -\dfrac{4}{l_{i-k}}, \\ \mathfrak{M}^{M}_{ki} = -\dfrac{2}{l_{i-k}}. \end{cases}$$

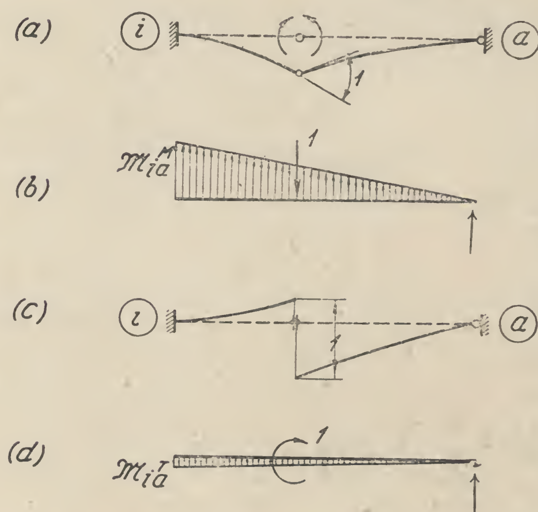
Analogno, na osnovi sl. 6c, koja pokazuje elastičnu liniju obostrano ukliještenog štapa $i - k$, proizvedenu jediničnim djelovanjem u nul-polju transversalne sile T_m, t. j. međusobnim razmicanjem 1 susjednih presjeka u tom nul-polju upravno na os štapa, a kojoj odgovara drugo opterećenje na sl. 6d, izvode se obrasci za ležišne momente $\mathfrak{M}^{T}_{ik}$ i $\mathfrak{M}^{T}_{ki}$. (Međusobni jedinični pomak susjednih presjeka u nul-polju predstavljen je po prvom Mohrovom stavu momentom 1 kao drugim teretom.)

Kako su ležišne reakcije od drugog tereta jednake nuli, mora sam drugi teret biti uravnotežen. Prema tome mora momentna površina na sl. 6c dati kao rezultantu jedinični momenat, odakle slijedi najprije

$$(4)\quad \mathfrak{M}^{T}_{ik} = \mathfrak{M}^{T}_{ki},$$

a zatim iz uslova ravnoteže za okretanje štapa

$$(5)\quad \mathfrak{M}^{T}_{ik} = \mathfrak{M}^{T}_{ki} = +\frac{6}{l^2_{i-k}}.$$



Sl. 7a—d

Vrijednosti tih momenata nezavisne su od položaja presjeka m u štapu.

b) Za jednostrano ukliješteni štap $i - a$, koji je u čvoru i priključen čvrsto, a u čvoru a zglobno, imamo elastičnu liniju za jedinično djelovanje u nul-polju momenta savijanja $\mathfrak{M}$ prema sl. 7a i odgovarajući »drugi teret« na sl. 7b. Iz momentnog uslova ravnoteže drugog tereta za kraj štapa a dobivamo:

$$(6)\quad \mathfrak{M}^{M}_{ia} = -\frac{3}{l^2_{i-k}} \cdot x'_m.$$

Za *specijalni slučaj*, da se presjek $\mathfrak{M}$ nalazi tik uz čvor i, t. j. za $x'_m = l_{i-a}$, imamo

$$(6a)\quad \mathfrak{M}^{M}_{ia} = -\frac{3}{l_{i-a}}.$$

Za isti štap, s jediničnim djelovanjem u nul-polju transversalne sile T_m, imamo elastičnu liniju prikazanu na sl. 7c i drugi teret po sl. 7d. Iz uslova ravnoteže drugog tereta za okretanje oko tačke a dobivamo

$$(7)\quad \mathfrak{M}^{T}_{ia} = +\frac{3}{l^2_{i-a}}.$$

Vrijednost tog ležišnog momenta ne zavisi dakle o položaju presjeka u štapu.

Obrasci (4) i (7) mogu se, razumije se, dobiti i derivacijom obrasca (3) odn. (6) po apscisi x_m.

Nakon što su iz time određenih opterećenja čvorova $\mathfrak{M}^{S}_{i}$ i $\mathfrak{M}^{S}_{k}$, (gdje je $S \equiv M$ ili T), rješavanjem uslovnih jednadžbi dobivene nepoznate komponente stanja pomaka okvirnog sistema nosača — kutevi zaokreta čvorova φ_r i međusobno neovisni kutevi zaokreta štapova ϑ_E — može se sama uticajna linija S_m izračunati na različite načine.

Prvi način izračunavanja uticajne linije je analitički. Iz ležišnih momenata $\mathfrak{M}^{S}_{ik}$ i $\mathfrak{M}^{S}_{ki}$ štapa i—k u geometrijski određenom osnovnom sistemu i deformacionih veličina štapova φ_r, φ_s i ψ_{r-s}, pri čemu se kut zaokreta štapa $r - s$ određuje iz njegovih vrijednosti $\psi_{r-s,E}$ za pojedina jedinična stanja $\vartheta_E = 1$ nezavisnih pomaka, po obrascu

$$(8)\quad \psi_{r-s} = \Sigma\, \vartheta_E \cdot \psi_{r-s,E},$$

izračunaju se po obrascu (1) momenti u krajnjim presjecima štapova, koji sačinjavaju teretni pojas sistema nosača, t. j. niza štapova, po kojemu se kreće pokretni teret. Momentna površina za taj pojas, uzeta kao drugi teret, reduciran na području štapa $r - s$ s faktorom I_{i-k}/I_{r-s}, sa dodatkom jediničnog tereta u presjeku s nul-poljem (pojedinačne sile 1 za uticajnu liniju momenta savijanja odn. momenta 1 za uticajnu liniju poprečne sile), daje kao drugu momentnu liniju elastičnu liniju bez obzira na pomake čvorova. Ti se pomaci mogu uzeti u obzir promjenom apscisne osi. Može se, razumije se, odmah dobiti i konačna elastična linija, ako se pomaci čvorova u

smislu pokretnog tereta dodadu drugom teretu kao pojedinačni momenti.

Drugi način određivanja uticajne linije kao elastične linije jeste grafoanalitička alternativa prvog načina. Elastična linija dobiva se kao verižna krivulja za gore navedeno drugo opterećenje [6], [7].

Oba ta načina određivanja uticajne linije kao elastične linije upotrebljavaju se i kod primjene postupka nul-polja u metodi sila.

Daleko je jednostavniji i bolje odgovara metodi deformacija *treći način*, po kojemu se uticajna linija dobiva analitički, iz samih komponenti stanja pomaka sistema nosača, proizvedenih djelovanjem u nul-polju, bez određivanja ležišnih momenata štapova iz tih deformacionih veličina.

Ordinate uticajnih linija kao elastičnih linija pri tome će općenito biti sastavljene od tri udjela. Ako, jednostavnosti radi, zasada imamo u vidu samo uticajne linije za prelazne terete upravne prema osima štapova, dakle u prvom redu vertikalne, bit će ordinate te elastične linije izračunavane u obliku

(8) $$v = v^0 + v' + v''.$$

Tu je:

v^0 — udio ordinate elastične linije od samog osnovnog djelovanja u geometrijski određenom osnovnom sistemu, t. j. od jedinične deformacije u smislu negativne dvojne unutarnje sile u nul-polju;

v' — udio ordinate elastične linije od samog zaokretanja čvorova φ_r;

v'' — udio ordinate elastične linije od zaokretanja štapova ψ_{r-s} i s njima povezanih linearnih pomaka čvorova.

Udio v^0 ordinata uticajnih linija treba za sisteme okvira s vertikalnim stupovima zasebno izračunavati samo pri određivanju uticajnih linija za momente savijanja i poprečne sile, i to jedino za štap, koji se deformira od djelovanja u nul-polju u geometrijski određenom sistemu. (To je štap s presjekom m, za koji se traži uticajna linija unutarnje sile.) Kod sistema okvira s kosim stupovima će jedinična deformacija u nul-polju normalne sile općenito proizvoditi zaokretanja štapova teretnog pojasa, no bez prijeloma u osi štapa s nul-poljem. Udjeli v^0 ordinata uticajne linije stoga će se u tom slučaju moći izračunavati po obrascu za udjele ordinata v''.

Kako će se poslije vidjeti, bit će zgodno da se udjeli ordinata uticajne linije v^0 i v' za štap s nul-poljem unutarnje sile izračunavaju zajedno, po skupnom obrascu. Prema tome će se ogranak uticajne linije za taj štap izračunavati po obrascu

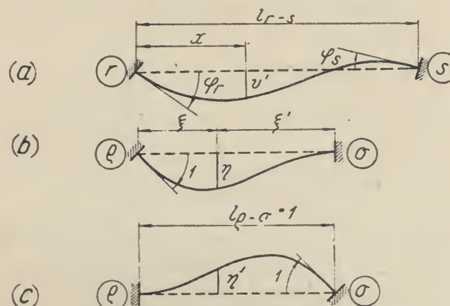
(8a) $$v = v^* + v'',$$

gdje je

(8b) $$v^* = v^0 + v'.$$

a) Obostrano čvrsto priključeni štapovi

α) *Udjeli ordinata elastičnih linija od zaokretanja čvorova.* Elastična linija štapa $r-s$, koji je na oba kraja čvrsto priključen i nije opterećen između čvorova, a krajnji mu se presjeci zaokreću za dane kuteve φ_r i φ_s, jednosmisleno je određena tim kutevima (sl. 8a). Za izračunavanje te ela-

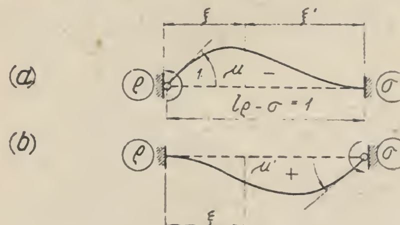


Sl. 8a—c

stične linije treba samo imati jednostavnu tablicu ordinata elastičnih linija idealnog, na oba kraja ukliještenog štapa $\rho-\sigma$ s dužinom 1, kojemu se ležišni presjek ρ odn. σ zaokreće za kut 1 (sl. 8b i 8c). Ako ordinate tih linija u kojem god presjeku označimo sa η odn. η', možemo progib štapa $r-s$ sa dužinom l_{r-s} u presjeku $x = \xi \cdot l_{r-s}$ izraziti kao funkciju kuteva zaokreta njegovih krajnjih presjeka po obrascu

(9) $$v' = (\eta\,\varphi_r + \eta'\varphi_s)\,l_{r-s}.$$

Pri tome treba držati na umu, da su sve vrijednosti ordinata η' negativne, jer progibe uzimamo kao pozitivne prema dolje. Do brojčanih vrijednosti ordinata η i η' elastičnih linija na sl. 8b i 8c dolazimo vrlo lako, ako uočimo, da su te elastične linije po stavu o nul-polju, apstrahirajući predznak, identične s uticajnim linijama momenata uklještenja idealnog štapa $\rho-\sigma$. Te ćemo momente označiti sa μ i μ' (sl. 9a i 9b). Budući da



Sl. 9a—b

se po stavu o nul-polju uticajne linije dobivaju jediničnom deformacijom u nul-polju u smislu negativne unutarnje sile, bit će očigledno $\mu = -\eta$ i $\mu' = -\eta'$, pa prema tome obrazac (9) možemo napisati i u obliku

(10) $$v' = -(\mu\varphi_r + \mu'\varphi_s)\,l_{r-s}.$$

Vrijednosti μ i μ' za desetinske tačke dužine nosača $\rho-\sigma = 1$, izračunate po obrascima

(11) $$\mu = \xi\,\xi'^2,\ \mu' = \xi^2\,\xi'$$

(što se može učiniti napamet), navedene su u donjoj tablici.

Po obrascu (10) izračunat će se za sve štapove opterećenog pojasa u sistemu nosača udjeli ordinata uticajnih linija, koji potiču od zaokretanja čvorova.

β) *Udjeli ordinata uticajnih linija, proizvedeni zaokretanjem stapova* ψ_{r-s} *i pomacima njihovih krajnjih presjeka* v_r i v_s u smislu prelaznog tereta, određeni su obrascem

$$v'' = v_r \xi' + v_s \xi + (\mu + \mu') \psi_{r-s} l_{r-s}, \tag{12}$$

u kojemu su upotrebljene uobičajene oznake

$$\xi' = \frac{x'}{l_{r-s}}, \quad \xi = \frac{x}{l_{r-s}} \tag{13}$$

Prva dva člana na desnoj strani obrasca (12) predstavljaju udio od pomaka osi štapa, a ostali članovi udio od deformacije osi. Izraz za taj drugi udio postavljen je na osnovi sl. 3c i obrasca (10). (Po sl. 3c su ležišni presjeci obostrano uklještenog štapa $r - s$ pri zaokretanju njegove osi za kut $\psi_{r-s} = 1$ relativno zaokrenuti prema prvobitnoj osi štapa za kut $\varphi_r = -1$ odn. $\varphi_s = -1$.)

Obrasci (10) i (12) za određivanje udjela ordinata v' i v'' vrijede za iznalaženje uticajne linije koje god unutarnje sile u presjeku m.

γ) *Udjeli ordinata* v^0, *t. j. elastična linija štapa s jediničnom deformacijom u nul-polju momenta savijanja ili transversalne sile,* mogu se jednako podesno izračunavati na dva načina.

Prvi se način sastoji u tome, da se elastična linija obostrano uklještenog štapa $i - k$ sa danom jediničnom deformacijom u presjeku m izračuna po Mohrovu stavu kao »druga momentna linija«. Za $S_m \equiv M_m$ to je momentna linija štapa s »drugim teretom« po sl. 6b, a za $S_m \equiv T_m$ momentna linija štapa s »drugim teretom« po sl. 6d.

Ona je za prvi slučaj definirana obrascem, koji je lako izvesti:

za $x \leqq x_m$:

$$v^0 = \mathfrak{m}_m = \frac{l^2_{i-k}\,\xi^2}{6}\,[\mathfrak{M}^M_{ik}\,(3 - \xi) - \mathfrak{M}^M_{ki}\,\xi],$$

(14) za $x \geqq x_m$:

$$v^0 = \mathfrak{m}_m = \frac{l^2_{i-k}\,\xi'^2}{6}\,[\mathfrak{M}^M_{ki}\,(3 - \xi') + \mathfrak{M}^M_{ik}\,\xi'].$$

Za $S \equiv T$ dobivaju se obrasci istog oblika, no oni se s obzirom na obrazac (5) pojednostavnjuju:

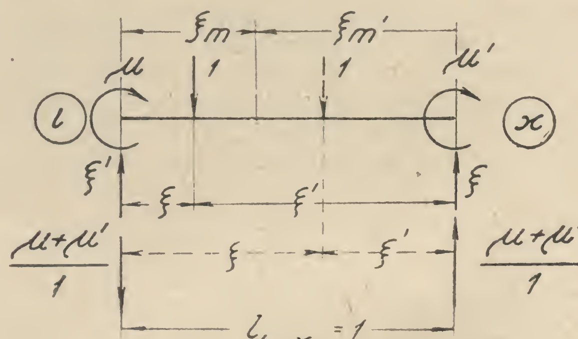
$$\text{(15)} \quad \begin{cases} \text{za } x \leqq x_m : v^0 = \mathfrak{t}_m = -\xi^2\,(3 - 2\xi), \\ \text{za } x \geqq x_m : v^0 = \mathfrak{t}_m = +\xi'^2\,(3 - 2\xi'). \end{cases}$$

Za *specijalni slučaj,* da je m ležišni presjek, na pr. presjek tik uz čvor i, obrasci (14) dobivaju s obzirom na vrijednosti ležišnih momenata od deformacije u nul-polju, navedene u obrascima (3a), oblik

$$v^0 = \mathfrak{m}_{ik} = l_{i-k}\,\xi'^2\,(1 - \xi'), \tag{15a}$$

Drugi je način, da se elastična linija obostrano uklještenog štapa $i - k$ s jediničnom deformacijom u nul-polju unutarnje sile S_m izračuna kao uticajna linija te unutarnje sile. Pri tome će se raditi s idealnim štapom dužine 1.

Na sl. 10 označene su napadna sila (prelazni teret »1«) i ležišne reaktivne sile obostrano potpunog uklještenog štapa $\iota - \varkappa$. (Napadna sila 1 desno od presjeka m označena je crtkano). S tim



Sl. 10

djelovanjima na nosaču dobivamo, uzimajući u obzir uobičajeno pravilo za predznak momenta savijanja u polju, ove obrasce za ogranke uticajne linije momenta savijanja μ_m lijevo i desno od presjeka m:

$$\text{za } x \leqq x_m : x_m\text{: } \mu_m = +(\xi + \mu + \mu')\,\xi'_m - \mu',$$

$$\text{za } x \geqq x_m : x_m\text{: } \mu_m = +(\xi' - \mu - \mu')\,\xi_m + \mu.$$

Sređeni, s upotrebom odnosa $(1 - \xi'_m) = \xi_m$ i $(1 - \xi_m) = \xi'_m$, obrasci glase

$$\text{(16)} \quad \begin{cases} \text{za } x \leqq x_m : \mu_m = \xi\,\xi'_m + \mu\,\xi'_m - \mu'\,\xi_m, \\ \text{za } x \geqq x_m : \mu_m = \xi'\,\xi_m + \mu\,\xi'_m - \mu'\,\xi_m. \end{cases}$$

Na osnovi iste sl. 10 možemo neposredno napisati obrasce za ogranke uticajne linije poprečne sile obostrano potpuno uklještenog štapa $\iota - \varkappa$:

$$\text{(17)} \quad \begin{cases} x \leqq x_m\text{: } \tau_m = -\xi - (\mu + \mu'), \\ x \geqq x_m\text{: } \tau_m = \xi' - (\mu + \mu'). \end{cases}$$

Ako uticajnu liniju μ_m, s ordinatama povećanima s faktorom l_{i-k}, superponiramo na elastičnu

Tablica 1. Ležišni momenti μ i μ'

ξ	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
ξ'	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
μ	—0,0810	—0,1280	—0,1470	—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090
μ'	+0,0090	+0,0320	+0,0630	+0,0960	+0,1250	+0,1440	+0,1470	+0,1280	+0,0810

liniju od samog zaokretanja čvorova, definiranu prema (8) obrascem

(18) $$v' = -(\mu\,\varphi_i + \mu'\,\varphi_k)\,l_{i-k},$$

dobivamo s obzirom na odnos

(19) $$v^0 = \mu'_m \cdot l_{i-k}$$

obrazac za skupno izračunavanje udjela v^0 i v' u ogranku uticajne linije za momenat savijanja u presjeku m štapa $i-k$:

za $x \leqq x_m$: $v^* = m^*_m = [-(\mu\varphi_i + \mu'\varphi_k) + \xi\xi'_m + \mu\xi'_m - \mu'\xi_m]\,l_{i-k}$,

za $x \geqq x_m$: $v^* = m^*_m = [-(\mu\varphi_i + \mu'\varphi_k) + \xi'\xi_m + \mu\xi'_m - \mu'\xi_m]\,l_{i-k}$,

Sređeni, ti obrasci glase:

(20)
$$\text{za } x \leqq x_m:\ v^* = m^*_m = [\xi\xi'_m + \mu(\xi'_m - \varphi_i) - \mu'(\xi_m + \varphi_k)]\,l_{i-k},$$
$$\text{za } x \geqq x_m:\ v^* = m^*_m = [\xi'\xi_m + \mu(\xi'_m - \varphi_i) - \mu'(\xi_m + \varphi_k)]\,l_{i-k}.$$

Na isti način dobivamo s upotrebom obrazaca (17) i (18) izraze za skupno izračunavanje udjela ordinata v^0 i v' u ogranku uticajne linije za transversalnu silu u presjeku m:

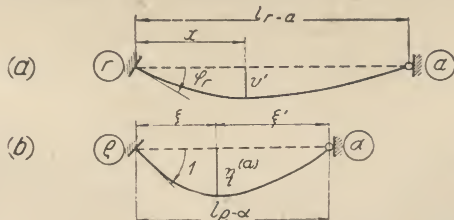
(21)
$$x \leqq x_m:\ v^* = t^*_m = -[\xi + \mu(1 + \varphi_i\,l_{i-k}) + \mu'(1 + \varphi_k)]\,l_{i-k})$$
$$x \geqq x_m:\ v^* = t^*_m = +[\xi' - \mu(1 + \varphi_i\,l_{i-k}) - \mu'(1 + \varphi_k\,l_{i-k})]$$

Za *specijalni slučaj, da je* m *ležišni presjek*, na pr. tik uz čvor i, obrazac (20) dobiva s obzirom na vrijednosti $\xi_m' = 1$, $\xi_m = 0$ oblik

(20a) $$v^* = m^*_{ik} = [\mu(1 - \varphi_i) - \mu'\,\varphi_k]\,l_{i-k}.$$

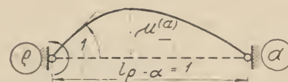
b) Jednostrano čvrsto priključeni štapovi.

Obrasce za izračunavanje uticajnih linija za momente savijanja i poprečne sile u presjecima



Sl. 11a—b

štapa $i-a$, koji je u čvoru i priključen čvrsto, a u susjednom čvoru zglobno, možemo neposredno dobiti iz naprijed izvedenih obrazaca za obostrano čvrsto priključen štap. Ordinate ležišnog momenta analognog idealnog štapa dužine 1, koje ćemo označiti sa $\mu^{(a)}$ (v. sl. 12), izračunate po obrascu



Sl. 12.

(22) $$\mu^{(a)} = -\frac{1}{2}\,\xi\xi'(\xi' + 1),$$

navedene su za desetinske tačke dužine štapa u tabeli 2.

α) *Udjeli ordinata uticajnih linija od zaokretanja* čvorova dani su za štap $i-a$ izrazom

(23) $$v' = -\mu^{(a)}\,\varphi_r\,l_{r-a}.$$

β) *Udjeli ordinata uticajnih linija od zaokretanja štapova i linearnih pomaka čvorova* određeni su obrascom, analognom obrascu (12):

(24) $$v'' = v_r\,\xi' + v_a\,\xi + \mu^{(a)}\,\psi_{r-a}\,l_{r-a}$$

Udjeli ordinata uticajnih linija od jedinične deformacije u nul-polju unutarnje sile S_m dani su: za uticajnu liniju momenta savijanja u presjeku x_m, analognoo brascu (14), izrazima

(25)
$$\text{za } x \leqq x_m:\ = v^0 = \mathfrak{m}_m = -\frac{l_{i-a}}{2}\,[\xi'_m\,\xi^2\,(3 - \xi),$$
$$\text{za } x \geqq x_m:\ = v^0 = \mathfrak{m}_m = \frac{l_{i-a}}{2}\,[\xi'_m\xi^2\,(3 - \xi) - 2\,(\xi - \xi_m)]$$

a za uticajnu liniju transversalne sile u istom presjeku, analogno obrascu (15), izrazima:

(26)
$$\text{za } x \leqq x_m:\ v^0 = \mathfrak{t}_m = -\frac{\xi^2}{2}\,(3 - \xi),$$
$$\text{za } x \geqq x_m:\ v^0 = \mathfrak{t}_m = +\frac{\xi'}{2}\,(3 - \xi'^2).$$

Ti udjeli ordinata uticajnih linija mogu se izračunavati zajedno s udjelima od zaokretanja čvorova, po skupnim obrascima, koje možemo neposredno napisati prema obrascima (20) i (21) za obostrano čvrsto priključeni štap. Oni glase:

za uticajnu liniju momenta savijanja u presjeku x_m:

(27)
$$\text{za } x \leqq x_m:\ v^* = \mathfrak{m}^*_m = [\xi\xi'_m + \mu^{(a)}.\,(\xi'_m - \varphi_i)]\,l_{i-a},$$
$$\text{za } x \geqq x_m:\ v^* = \mathfrak{m}^*_m = [\xi'\xi_m + \mu^{(a)}.\,(\xi'_m - \varphi_i)]\,l_{i-a};$$

Tablica 2. Ležišni momenti

ξ	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0 8	0,9
ξ'	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
$\xi^{(a)}$	—0.0855	—0.1440	—0,1785	—0,1920	—0,1875	—0,1680	—0.1365	—0 0960	—0.0495

za uticajnu liniju transversalne sile u presjeku x_m:

$$(28)\quad \begin{aligned} &\text{za } x \leqq x_m:\ v^* = t^*_m = -[\xi + \mu^{(a)}(1 + \varphi_i\, l_{i-a})], \\ &\text{za } x \geqq x_m:\ v^* = t^*_m = +[\xi' - \mu^{(a)}(1 + \varphi_i\, l_{i-a})]. \end{aligned}$$

Za *specijalni slučaj*, da je x_m ležišni presjek tik uz čvor *i*, *obrasci* (25) i (27) za udjele ordinata uticajnih linija momenata savijanja dobivaju oblik:

$$(25a)\qquad v^0 = \mathfrak{m}_{ia} = \frac{l_{i-a}}{2}\,[\xi^2(3 - \xi) - 2\xi]$$

odn.

$$(27a)\qquad v^* = \mathfrak{m}^*_{ia} = \mu^{(a)}(1 - \varphi_i)\, l_{i-a}$$

Od obaju izraza u obrascima (26) i (28) za izračunavanje udjela ordinata uticajnih linija za transversalnu silu otpada prvi.

(Brojčano izračunavanje uticajnih linija po naprijed izvedenim obrascima vršit će se tabelarno, kako će to biti pokazano na dva karakteristična primjera u jednom od narednih brojeva).

LITERATURA

[1] Ritter, Anwendungen der graphischen Statik, sv. III, str. 89 sq.

[2] Müller-Breslau, Die graphische Statik der Baukonstruktionen, sv. II/2, 2. izd., str. 48 sq.

[3] Vinzens, Direkte Ermittlung der Momenteneinflusslinien des eingespannten Bogens. »Armierter Beton« 1919, sv. 11.

[4] Schaechterle, Verfahren zur Ermittlung von statisch unbestimmten Grössen und deren Einflusslinien an Modellen. »Die Bautechnik« 1933, sv. 27.

[5] Kušević, Neposredno iznalaženje uticajnih linija lučnog nosača bez zglavaka. »Tehnički List« 1934, br. 23 i 24.

[6] Kušević, Neposredno izračunavanje uticajnih linija lučnih nosača s jednim zglavkom. »Tehnički List« 1935, br. 22.

[7] Kušević, Das Nullfeldverfahren zur allgemeinen Ermitlung der Einflusslinien von Balken und Rahmentragwerken. »Der Stahlbau« 1939, sv. 16 i 17.

[7a] Kušević, Postupak nul-polja za iznalaženje uticajnih linija grednih i okvirnih sistema nosača. »Tehnički List« 1939, br. 13/14, 19/20 i 21/22. (Proširen prijevod rasprave pod 6).

[8] Guldan, Rahmentragwerke und Durchlaufträger, 2. izd., 1943.

[9] Klöppel, Unmittelbare Ermittlung von Einflusslinien mit dem Formänderungsverfahren. »Der Stahlbau« 1952, sv. 8.

EKONOMIČNO DIMENZIONIRANJE ARMIRANE BETONSKE OBLOGE TUNELA POD PRITISKOM*

Ing. **Raul Sabljak,** »Elektroprojekt« — Zagreb

Tuneli pod pritiskom ili t. zv. hidrotehnički tuneli (za razliku od saobraćajnih) najčešće su kružnog oblika i oblažu se betonskom oblogom, koja je zbog pritiska vode napregnuta na vlak. Ako je unutrašnji pritisak toliki, da vlačni napon u betonu prelazi dopuštene granice, beton se armira ili oblaže čeličnim oklopom.

Danas se upotrebljavaju različite metode za određivanje dimenzija kružne betonske obloge odnosno armature, no karakteristika je svih tih metoda, da se dimenzije dobivaju indirektno, i to uz dosta neugodno i dugotrajno računanje. Nijedna od metoda, koje se danas primjenjuju, ne dopušta direktno dimenzioniranje tunelskih obloga izloženih unutarnjem pritisku. To je velik nedostatak kod projektiranja, jer se moraju pretpostaviti izvjesne dimenzije obloge, pa zatim izračunati napon u njoj. Ako izračunati napon ne odgovara dopuštenom, mora se početi iznova, s drugom pretpostavkom dimenzija i t. d.

Oslanjajući se na dosadanje radove iz ove oblasti, a posebno na radove Ing. Frey-Baera, uspjelo nam je uvođenjem pogodno izabranih relativnih vrijednosti otkloniti te teškoće i naći metodu za direktno dimenzioniranje obloge hidrotehničkih tunela, t. j. neposredno određivanje debljine obloge (s) i presjeka armature (f) iz zadanog unutrašnjeg pritiska vode (p) i usvojenog dopuštenog vlačnog napona u betonu (σ_{dop}). U slučaju da se iskorištava saradnja stijene, mora biti poznat ili ocijenjen modúl elastičnosti stijene (E_s).

U posebnim člancima u stručnoj štampi (vidi bibliografiju L-1) objavili smo teoretsku osnovu ove metode. Ovdje ćemo dati samo zaključni dijagram, koji sintetizira čitavu metodu.

Dijagram rješava jednadžbu

$$(1)\qquad \sigma_t = p \cdot \gamma\, \frac{\psi + 1}{\psi - 1}$$

gdje znači:

σ_t = maksimalni vlačni napon u betonu na unutrašnjoj strani obloge (kg/cm²)

p = unutrašnji pritisak vode (kg/cm²)

γ = faktor redukcije koji pokazuje za koju mjeru se smanjuje vlačni napon u betonu pri upotrebi armature. Ako obloga nije armirana $\gamma = 1$, ako je armirana $\gamma < 1$.

$$\gamma = \frac{1}{1 + K},\ K = \frac{m+1}{m} \cdot \varepsilon_{\check{z}} \cdot \frac{f}{a} \cdot \frac{\psi + \delta}{\psi - 1}$$

$$\psi = \frac{\lambda}{\alpha},\ \lambda = \frac{\varepsilon_s + \delta}{\varepsilon_s - 1},\ \varepsilon_s = \frac{E_b}{E_s},\ \varepsilon_{\check{z}} = \frac{E_{\check{z}}}{E_b},$$

$$\delta = \frac{m-1}{m+1},\ \alpha = \frac{a^2}{b^2}$$

---

* Ovaj je referat održan na V. Savjetovanju hidrotehničara Jugoslavije 4. X. 1956. u Zagrebu.

b = vanjski radius obloge (cm)

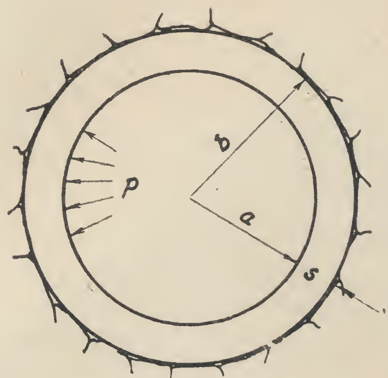
a = unutrašnji radius obloge (cm)

E_b = modul elastičnosti betona (kg/cm²)

E_s = modul elastičnosti stijene (kg/cm²)

$E_ž$ = modul elastičnosti željeza (kg/cm²)

m = 6 (za beton) recipročna vrijednost Poissonovog broja



Sl. 1

Na dijagramu znači:

$$\varphi = \frac{f}{a}; \xi = \frac{s}{a}, \sigma = \frac{\sigma_{doz}}{p}$$

Tim dijagramom mogu se rješavati ovi zadaci:

1. primjer

Kružni hidrotehnički tunel D = 4 m (a = 2,0 m) izložen je unutrašnjem pritisku vode od p = 8 kg/cm².

Tunel leži u stijeni s modulom elastičnosti E_s = 80 000 kg/cm².

Dopušteni vlačni napon u betonu usvojen je sa σ_{dop} = 12 kg/cm². Treba odrediti dimenzije obloge, t. j. debljinu *s* i presjek armature f (ako se obloga mora armirati).

$$\text{Nalazimo } \sigma = \frac{\sigma_{dop}}{p} = \frac{12}{8} = 1{,}5.$$

Prvo ćemo odrediti debljinu nearmirane obloge pa uzimamo f = 0, što daje φ = 0. Na lijevoj strani dijagrama nalazimo podjelu σ = 1,5 i točku, gdje ta podjela siječe kosu liniju φ = 0. Iz tog presjecišta prelazimo u desno do presjeka s linijom E_s = 80 t/cm², pa dobivenu točku projiciramo na os ξ, gdje čitamo ξ = 0,53. Debljina obloge bit će s = $\xi \cdot$ a = 0,53 · 2,0 = 1,06 m.

Vidimo, da je ta obloga predebela, pa zato moramo uzeti armaturu. Usvajamo φ = 0,2, što daje armaturu presjeka f = a · φ = 0,4 cm²/cm ili 12 Ø 20. Ponovimo postupak s kosom linijom φ=0,2, što nam daje ξ = 0,3 ili s = 0,3 · 2 = 0,6 m.

Dimenzije obloge tunela, u kojoj vlačni napon ne prelazi 12 kg/cm², bit će

f = 0,4 cm²/cm; s = 60 cm.

U cilju smanjenja debljine *s* možemo i dalje povećavati *f*, no, kao što će se vidjeti, tu postoji pored konstruktivne i ekonomska granica.

Vlačni naponi, koji nastaju u toj oblozi, ne smiju prijeći 12 kg/cm². Da se u to uvjerimo, izvršit ćemo kontrolu upotrebom naprijed dane jednadžbe (1).

$$\varepsilon_s = \frac{E_b}{E_s} = \frac{200}{80} = 2{,}5, \ m = 6, \ \delta = 0{,}714,$$

a = 2,0, b = 2,60.

$$\lambda = \frac{2{,}5 + 0{,}714}{1{,}5} = 2{,}14,$$

$$\alpha = \left(\frac{2{,}0}{2{,}6}\right)^2 = 0{,}59, \qquad \psi = \frac{2{,}14}{0{,}59} = 3{,}63$$

$$K = \frac{m+1}{m} \cdot \varepsilon_e \cdot \frac{f}{a} \cdot \frac{\psi + \delta}{\psi - 1} = \frac{7}{6} \cdot 45 \cdot \frac{0{,}40}{200} \cdot \frac{4{,}344}{2{,}63} = 0{,}173,$$

$$\gamma = \frac{1}{1{,}173} = 0{,}85,$$

$$\sigma_t = 8 \cdot 0{,}85 \cdot \frac{4{,}63}{2{,}63} = 12 \text{ kg/cm}^2.$$

Dijagram se može upotrebiti i za iznalaženje napona, ako su dane dimenzije, u kojem slučaju je postupak obratan, t. j. zadano je ξ i φ (odnosno s i f), pa se preko E_s iznalazi σ, što daje traženi napon $\sigma_t = \sigma \cdot p$.

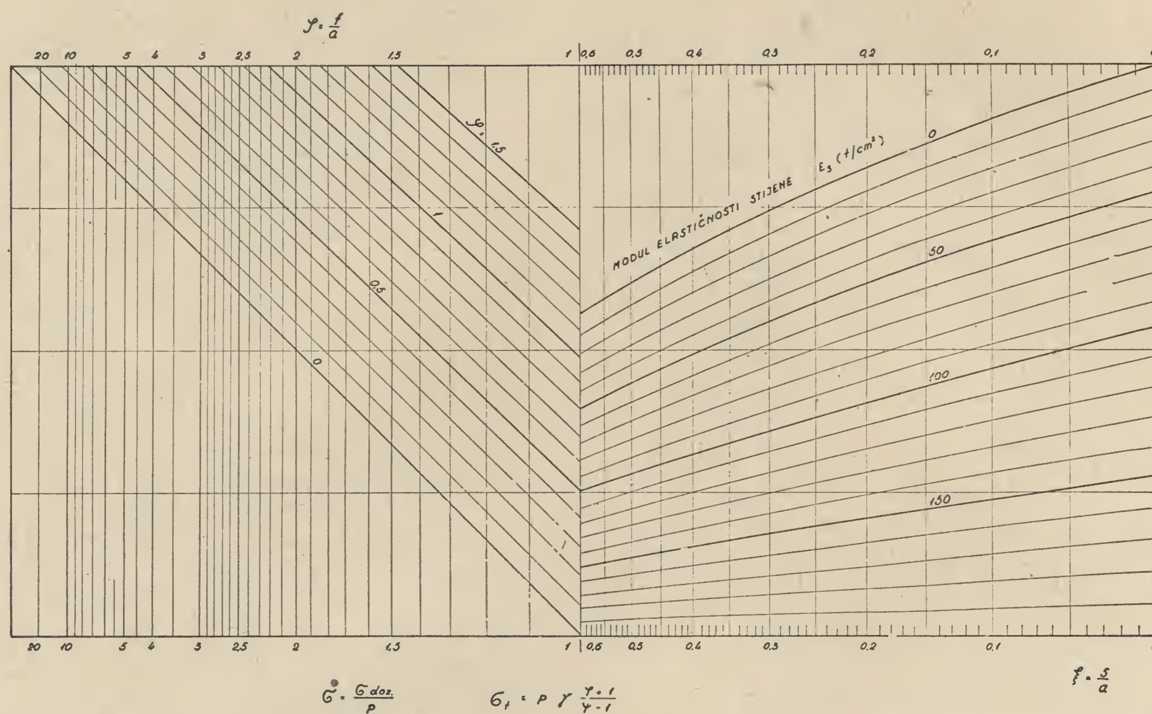
Općenito se pomoću ovog dijagrama može naći četvrta veličina, ako su zadane tri, t. j. od 4 promjenljive veličine φ (f), ξ (s), σ (σ_{dop}) i E_s moraju tri biti zadane, da se dobije četvrta.

Dijagram vrlo očigledno pokazuje ogromno ekonomsko značenje saradnje stijene.

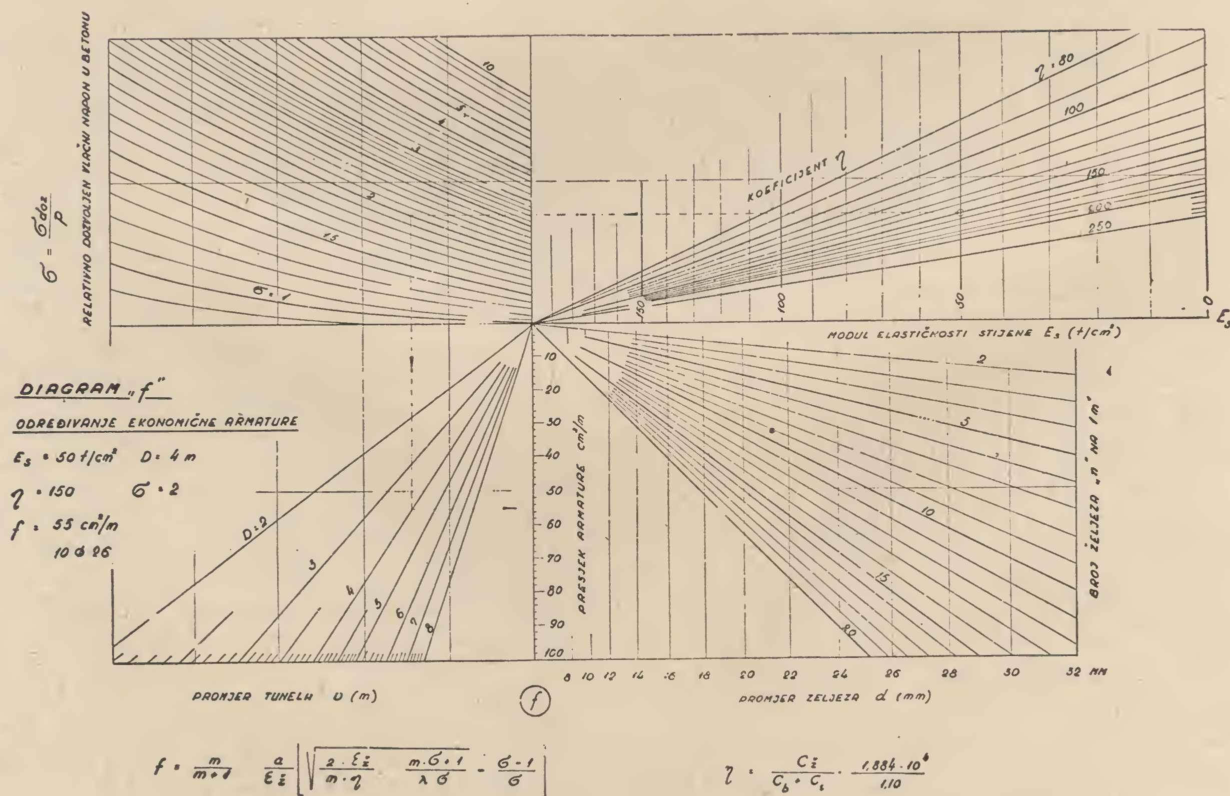
U našem primjeru dovoljno je na dijagramu umjesto linije E_s = 80 uzeti E_s = 60, pa da već debljina obloge poraste od 60 na 90 cm (ξ od 0,3 na 0,45) i t. d.

Ovaj primjer pokazuje, da pri dimenzioniranju možemo izabrati beskonačno velik broj kombinacija f/s, koje sve zadovoljavaju statički uslov izražen u dopuštenom vlačnom naponu betona. Između svih tih kombinacija svakako je jedna ekonomski optimalna, što smo pokušali provjeriti. Zaista, tražeći vezani ekstrem za funkciju *P*, koja izražava cijenu koštanja dužnog metra obloge izraženu u zavisnosti od promjenljivih *f* i *s*, a pod pogodbom da statički uslov maksimalnog dopuštenog vlačnog napona ostane zadovoljen, našli smo, da teoretski takav ekstrem postoji i da predstavlja upravo minimum. To znači, da postoji takva optimalna kombinacija dimenzija *f/s*, koja daje najnižu cijenu obloge. Imamo dakle interesa, da pri dimenzioniranju armirane obloge kod hidrotehničkih tunela pronađemo baš te dimenzije *f* i *s*, koje su najekonomičnije.

Dogodit će se pri tome, da najekonomičniji odnos *f/s* ne će biti konstruktivno najpovoljniji i da će se iz razloga lakšeg izvođenja donekle odstupati od teoretskog optimuma, no ipak je interesantno znati, gdje taj optimum leži, da bi se što manje udaljili od njega.



Sl. 2 — Dijagram za dimenzioniranje obloge tlačnog tunela



Sl. 3 — Dijagram ekonomične armature

Kad je jednom utvrđen teoretski optimum, pa ustanovimo da konstruktivno nije prihvatljiv, tada pomoću dijagrama br. 1 možemo naći konstruktivno povoljnu kombinaciju f/s, najbližu teoretskom optimumu.

Funkcija cijene P može se izraziti sa:

(2) $P = (C_b + C_i) \cdot (a + s)^2 \cdot A_1 + C_{\check{z}} \cdot a \cdot f \cdot A_2 - A_3,$

gdje znači

$C_b, C_i, C_{\check{z}}$ — cijenu ugrađenog betona, iskopa i željeza za armaturu,

A_1, A_2, A_3 — konstante, koje zavise od načina armiranja, preklapanja, razdjelne armature, veličine usvojenog prekopa i t. d.

Mi smo za jednostruku armaturu sa 10% prekopa usvojili vrijednost konstanti

$A_1 = 3{,}14 \cdot 1{,}10,$

$A_2 = 3{,}14 \cdot 1{,}884 \cdot 10^{-4} = 5{,}916 \cdot 10^{-4},$

$A_3 = 3{,}14 \cdot a^2\,(1{,}10\, C_b + 0{,}1\, C_i) - 24\, C_{\check{z}} \cdot a.$

Ako sada tražimo vezani ekstrem funkcije *P* tako, da bude zadovoljena jednadžba (1), dobivamo upotrebom Langrangeove metode one vrijednosti *f* i *s* koje funkciju P čine minimumom. Te su vrijednosti dane jednadžbama na slici 3 i 4.

Izradili smo dijagrame na slikama 3 i 4, koji rješavaju jednadžbe za *f* i *s*; u tim smo dijagramima usvojili $\sigma_{\check{z}} = 45$ i m = 6.

2. primjer

Pokazat ćemo upotrebu ovih dijagrama na jednom primjeru.

Tunel ∅ 4 m, u kojemu vlada unutarnji pritisak p = 5 kg/cm² i koji leži u stijeni sa $E_s = 50\,000$ kg/cm², treba obložiti betonskom oblogom, t. j. naći optimalno *f* i *s*.

Cijene su usvojene $C_b = 13\,000$ Din/m³, $C_i = 4\,000$ Din/m³, $C_{\check{z}} = 145$ Din/kg.

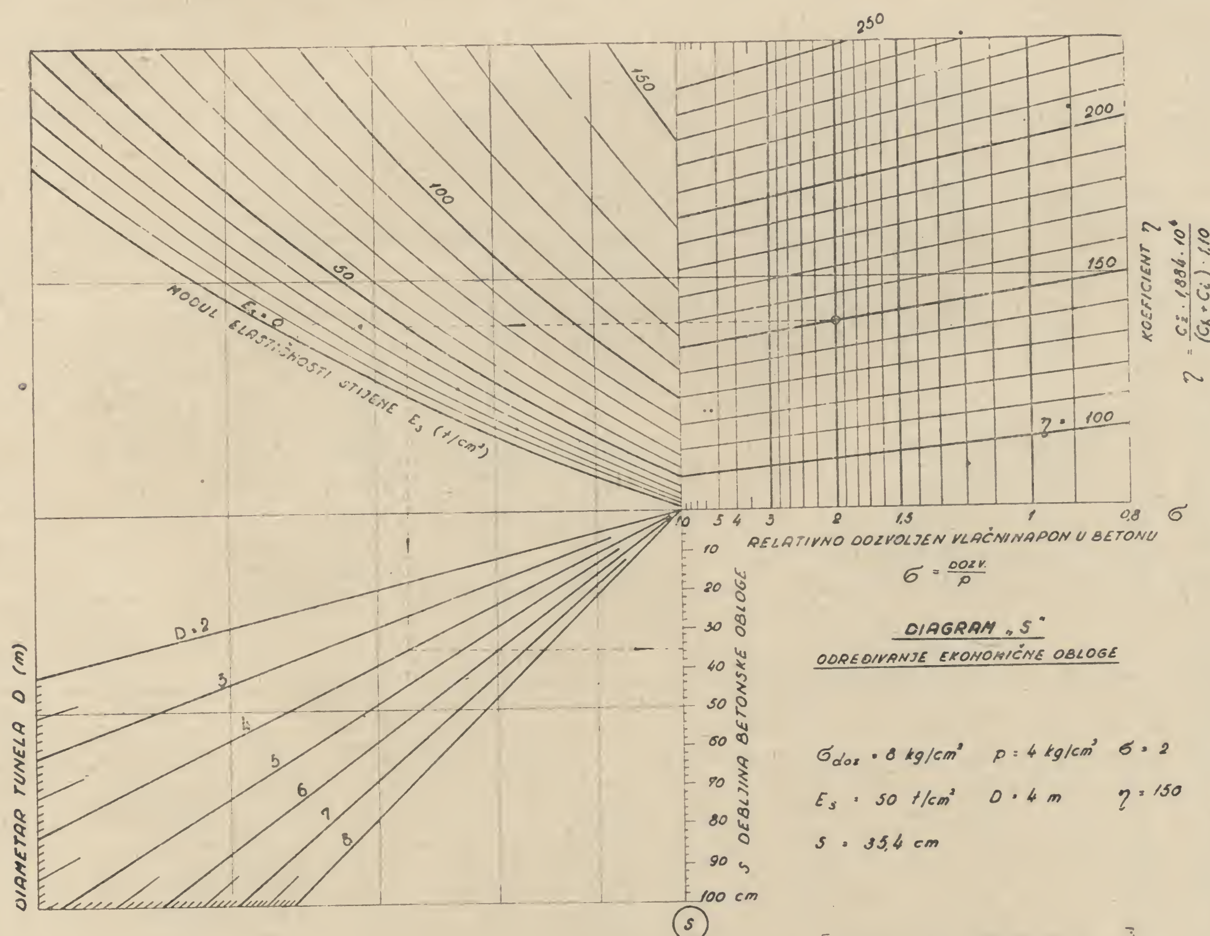
U betonu se dopušta maksimalni vlačni napon $\sigma_{doz} = 10$ kg/cm².

Kod iskopa se dopušta prekop 7%.

Izračunavamo:

$$\sigma = \frac{\sigma_{doz}}{p} = \frac{10}{5} = 2,$$

$$\eta = \frac{145}{17000} \cdot \frac{1{,}884 \cdot 10^4}{1{,}07} = 150.$$



$$s = a\left[\sqrt{\sqrt{\frac{2 \cdot \eta\, m}{\varepsilon_{\check{z}}\,(m+1)^2} \cdot \frac{m \cdot \sigma + 1}{\lambda \cdot \sigma}} - \frac{\delta}{\lambda}} - 1\right]$$

Sl. 4 — Dijagram ekonomične debljine armirane obloge

Na dijagramu broj 2 (Dijagram »f«) nalazimo putem, koji je očigledan iz slike, da je za $E_s = 50$, $\eta = 150$, $\sigma = 2$ i $D = 4$ potrebno željezo:

$f = 55$ cm²/m (10 Φ 20).

Na dijagramu slika 4 (Dijagram »s«) nalazimo s istim podacima, da je debljina obloge $s = 35{,}4$ cm.

Prema tome, kod unutrašnjeg pritiska $p = 5$ kg/cm², u armiranobetonskoj oblozi ovog tunela, izrađenoj sa $f = 55$ cm²/m odnosno 10 Φ 26 i $s = 35{,}4$ cm, ne će se u datim uslovima pojaviti vlačni naponi u betonu, koji bi bili veći od $\sigma_{dop} = 10$ kg/cm².

Ako sada nađene dimenzije pretvorimo u $\varphi = \frac{f}{a} = 0{,}275$ i $\xi = \frac{s}{a} = 0{,}177$, možemo se uvjeriti, da one zadovoljavaju i opći dijagram na slici 2. To znači, da smo uz zadovoljenje statičkih uslova našli najjeftiniju oblogu za ovaj tunel.

3. primjer

Uzmimo sada sve podatke kao ranije, samo je 10% prekopa, a $E_s = 64$ t/cm², t. j. kvalitet stijene nešto bolji, pa je modul elastičnosti stijene veći. Istim postupkom kao ranije nalazimo pomoću dijagrama »f« i »s« tražene dimenzije, t. j. za

$D = 4$, $\sigma = 2$, $E_s = 64$ i $\eta = 146$

nalazimo

$f = 41$ cm²/m i $s = 27{,}4$ cm.

Te veličine daju najjeftiniju oblogu tunela. Da se u to uvjerimo, postupit ćemo ovako:

Izračunat ćemo jednu seriju vrijednosti *f* i *s*, koje sve zadovoljavaju statički uslov (da vlačni naponi u betonu ne pređu 10 kg/cm²), što znači da zadovoljavaju jednadžbu (1). Za sve te vrijednosti izračunat ćemo cijenu koštanja 1 m tunela, pa ćemo se uvjeriti, da je minimum cijene kod vrijednosti $f = 41$ i $s = 27{,}4$. Taj je račun pregledno sređen u tabeli 1 i 2.

Vidimo zaista iz tabele 1 da sve kombinacije ove serije *f*/*s* zadovoljavaju uslov $\sigma_t \leq \sigma_{dop} = 10$ kg/cm², dok nam tabela 2 pokazuje, da je kombinacija dobivena dijagramom slika 3 odnosno 4, t. j. $f = 41$ i $s = 27{,}4$ cm, najjeftinija, jer je dobivena cijena $P = 196\,240$.— Din/m¹ najniža. Usvajanje bilo koje druge kombinacije znači povećanje troškova izgradnje.

Zaključak

Naprijed iznijeta metoda dimenzioniranja pomoću općeg dijagrama br. 1 je tako reći univerzalna i vrijedi kako za armirane tako i za nearmirane betonske obloge. Traženje ekonomski optimalnog odnosa između armature (f) i debljine betonske obloge (s) pomoću dijagrama »f« i »s«, može dovesti do znatnih ušteda prilikom projektiranja, no nije uvijek sigurno, da će se teoretski optimum poklapati s praktičnim potrebama građenja, a pored toga ima slučajeva gdje dijagrami na slici 3 i 4 uopće ne daju rješenja, što nastupa kod viso-

$a = 200$ cm; $\lambda = 1{,}8$

TABELA 1.

f	s	α	ψ	R	K	γ	$\frac{\sigma_t}{p}$	σ_t	R. br.
0	60	0,590	3,05	0,0000	0,000	1,000	1,98	9,9	1
10	51	0,633	2,84	0262	051	0,950	1,98	9,9	2
20	43	0,678	2,66	0525	107	0,905	2,00	10,0	3
30	36	0,725	2,48	0786	170	0,855	2,00	10,0	4
40	29	0,762	2,36	1050	238	0,808	2,00	10,0	5
41	27,4	0,770	2,34	1080	246	0,803	2,00	10,0	6
50	22	0,810	2,22	1310	314	0,760	2,00	10,0	7
60	16	0,858	2,10	1575	403	0,713	2,00	10,0	8
70	12	0,890	2,02	1840	493	0,670	1,98	9,9	9

TABELA 2.

f	s	(a + s)²	58718 (a + s)²	1,716 f	— 177,67	R. br.
			1000 Din			
0	60	6,76	396,93	0	219,26	1
10	51	6,30	369,92	17,16	209,41	2
20	43	5,90	346,44	34,32	203,09	3
30	36	5,56	326,47	51,48	200,28	4
40	29	5,24	307,68	68,64	198,65	5
41	27,4	5,17	303,57	70,34	**196,24**	6
50	22	4,93	289,48	85,80	197,61	7
60	16	4,67	274,21	102,96	199,50	8
70	12	4,49	263,64	120,12	206,09	9

kih vrijednosti E_s i σ, kada betonska obloga uopće nije armirana, te za vrijednosti $E_s > 200$, kada je obloga statički nepotrebna. U tim slučajevima će sami dijagrami broj 2 i 3 pokazati nemogućnost primjene principa ekonomičnosti kod dimenzioniranja, pa će se debljina obloge i eventualna armatura odrediti pomoću općeg dijagrama na slici 2, usvajajući vrijednosti koje su konstruktivno najpovoljnije.

Bibliografija

1. *Sabljak:* Dimenzioniranje armirane obloge pod pritiskom, Elektroprivreda, God. VII. (1954), br. 5, str. 238—243.

2. *Sabljak:* Rechnerische Spannungsermitlung in Betonauskleidungen von Druckstollen, Schweizerische Bauzeitung, 73. Jahrgang, Nr. 14, 2. april 1955., str. 200—203.

3. *Sabljak:* Ekonomična armiranobetonska obloga u tunelima pod pritiskom, Elektroprivreda, God. VI. (1953), br. 6, str. 245—249.

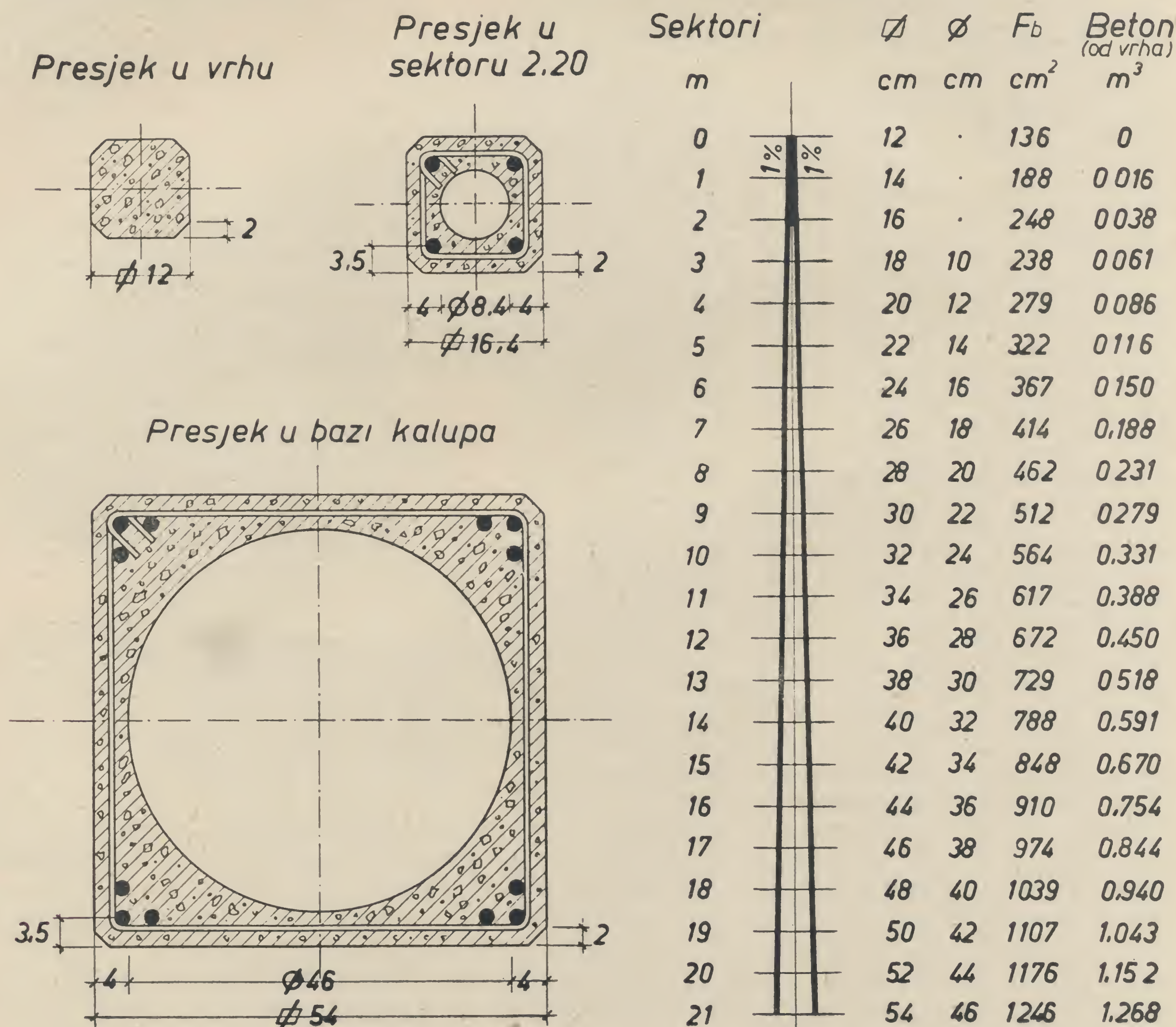
DALEKOVOD SINJ—PERUČA

Ing. **F. Šperac**, Split

Za snabdijevanje gradilišta HE Peruča električnom energijom izgrađen je početkom 1956. i u lipnju je pušten u pogon dalekovod 30 kV Sinj—Peruča. Kako će ovaj vod kasnije služiti za elektrifikaciju Vrličke krajine, nije izveden kao provizorij za same potrebe gradilišta hidroelektrane, nego je izgrađen kao definitivni objekat na armiranim betonskim stupovima.

Trasa dalekovoda dužine 12,2 km vođena je uglavnom uz cestu Sinj—Vrlika. Time su troškovi transporta i montaže svedeni na minimum.

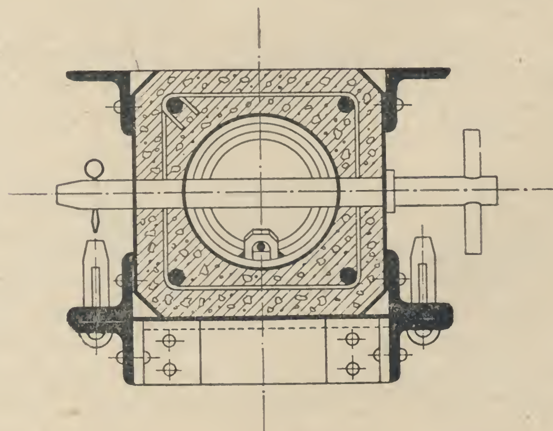
Vodiči 3 Cu 35 mm^2 montirani su za maksimalni zatezni napon od 19 kg/mm^2, a zaštitno uže Fe 35 mm^2 za 24 kg/mm^2. Pritisak vjetra računat je za III. klimatsku zonu, i to po prijedlogu Stručnog savjeta Elektroprivrednog sistema NRH od



Sektori m	ϕ cm	ϕ cm	Fb cm²	Beton (od vrha) m³
0	12	·	136	0
1	14	·	188	0.016
2	16	·	248	0.038
3	18	10	238	0.061
4	20	12	279	0.086
5	22	14	322	0.116
6	24	16	367	0.150
7	26	18	414	0.188
8	28	20	462	0.231
9	30	22	512	0.279
10	32	24	564	0.331
11	34	26	617	0.388
12	36	28	672	0.450
13	38	30	729	0.518
14	40	32	788	0.591
15	42	34	848	0.670
16	44	36	910	0.754
17	46	38	974	0.844
18	48	40	1039	0.940
19	50	42	1107	1.043
20	52	44	1176	1.152
21	54	46	1246	1.268

Sl. 1 — Karakteristični presjeci i podaci stupa

1952., po kojemu osnovni pritisak na ravne plohe u I. zoni treba računati sa 50 kg/m², a na vodiče sa 40 kg/m². Uz propisane koeficijente od 1,5 za pravokutne stupove i 1,1 za užeta, osnovni pritisak vjetra povećan je za 75%, tako da su stupovi i temelji u III. zoni stvarno dimenzionirani za pritisak vjetra od 130 kg/m² na stup i 80 kg/m² na užeta.



Sl. 2 — Poprečni prijesjek stupa u kalupu

Prosječni raspon stupova je 140 m, a maksimalni 199 m. Fiktivni raspon, s obzirom na visinske razlike terena, dosiže 514 m.

Horizontalni razmak vodiča od osi stupa je 1,10 /1,25/ 1,40 m, a vertikalni 2×1,20 m. Visine stupova nad terenom su 11,50—13,70 m.

Za ovaj su dalekovod upotrebljeni šuplji vibrirani betonski stupovi, sistema »Šperac«, koji se izrađuju već od 1947. godine, kada su komisijski ispitani do preloma i prihvaćeni za upotrebu. Ove stupove sada izrađuje u Solinu tvornica betonskih proizvoda »Jadranka« Split, (u Novom Sadu »Beton«, u Sarajevu »Elektrocentar«, a izrađuju se također u Srbiji i u Crnoj Gori).

Glavna karakteristika tih stupova je uzdužna okrugla šupljina u vanjskom četvornom presjeku. Time je postignuta osjetljiva ušteda betona: kod kraćih stupova nešto manje, kod dužih dosta više od 50% punog presjeka. Pri tome stup nije statički nimalo pogoršan u odnosu na armaturu, a izvjesno povećanje naprezanja betona, zbog umanjene površine pritisnute zone, nadoknađuje se inače potrebnom armaturom u svim uglovima i boljom markom betona, koja se postizava vibriranjem i pažljivijim radom u tvornici.

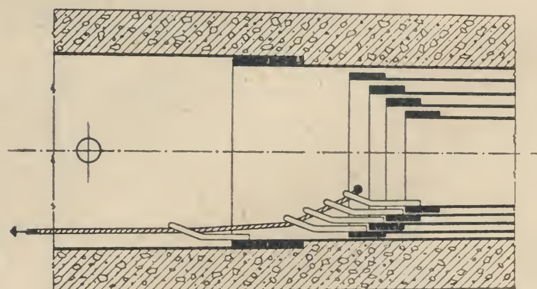
Različiti tipovi lakših armiranih betonskih stupova raznolikog presjeka, kao oblika slova I, X, O i drugih perforiranih oblika (Siegwart, Saxonia, Bayer, SCAC, Lazarević i t. d.), imaju skoro iste težinske karakteristike. Po tome bi se moglo općenito zaključiti, da je to granica mogućnosti uštede betona kod armiranih betonskih stupova. Daljnje usavršavanje može se prema tome usmjeriti još samo na uštedu armature, konstruktivnu solidnost stupa i otpornost protiv razornog djelovanja mraza i vlage, te naprslina zbog mehaničkog oštećenja.

Količina armature za određeno opterećenje ovisi o dimenzijama presjeka i o njenom položaju; konstruktivna solidnost uslovljena je jednostavnim oblikom presjeka i postupkom proizvodnje; ravne i glatke površine betona, bez horizontalnih pojačanja i ukrućenja, ne zadržavaju atmosfersku vodu, a raspodjela što veće količine betona na obod presjeka umanjuje naprsline.

Prednjim uslovima možda najbolje udovoljava okrugli centrifugirani stup, kod kojega je s druge strane nepovoljan raspored armature. Što se tiče iskorišćenja armature, s obzirom na specifičnost opterećenja stupova, najekonomičniji su presjeci, kod kojih je glavna armatura usredotočena u vanjskim uglovima. To je baš slučaj kod četvornog šupljeg stupa, kod kojega je i beton pretežno raspoređen u uglovima, što pruža i njegovo najpovoljnije iskorišćenje, osobito kod stupova opterećenih na koso savijanje.

Ti se stupovi normalno izrađuju u čeličnom kalupu. Problem izvlačenja oplate šuplje jezgre riješen je primjenom teleskopski složenih limenih cijevi manje dužine (80 cm), koje pri izvlačenju iz betona redom ulaze jedna u drugu. Time je svladavanje otpora prionljivosti lima na beton ograničeno samo na početak pomicanja svake pojedine konične cijevi, uz trenje do njenog uvlačenja u slijedeću širu cijev.

Cijevi za šuplju jezgru podržavaju se u pravom položaju poprečnim uloščima ⌀ 22 mm kroz čitav kalup u razmacima po 40 cm, tako da nakon njihovog odstranjenja (prije izvlačenja cijevi), u betonu ostaju rupe za uvlačenje motki ⌀ 18—20 mm za prenošenje gotovih stupova i penjanje na stup.



Sl. 3 — Uzdužni prijesjek oplate od teleskopskih cijevi za šuplju jezgru

Ukupna dužina normalnog kalupa je 21,0 m. Ta dužina praktično ne dolazi u obzir za tvorničku izradu stupova, ali pruža mogućnost izbora položaja stupa u kalupu, u skladu s dimenzijama presjeka po statičkom računu.

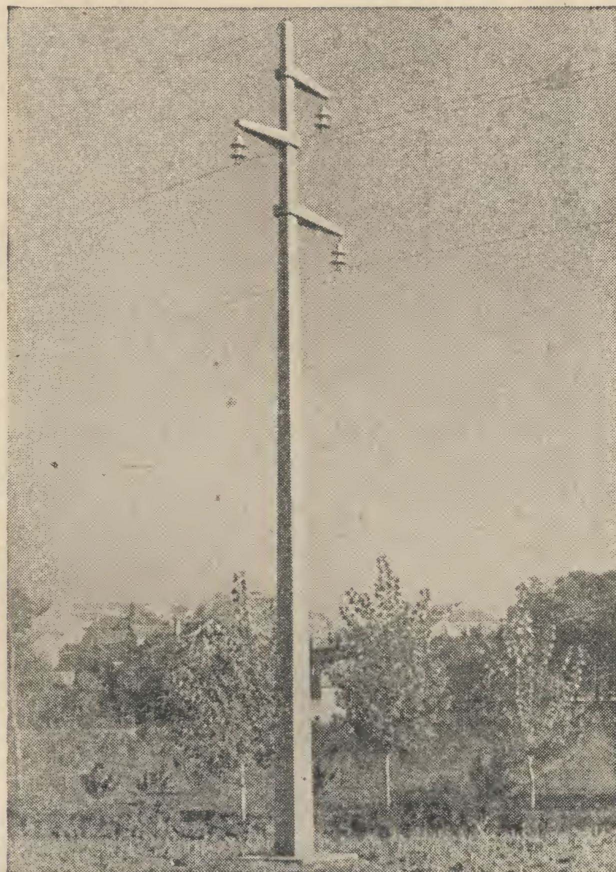
Gornji dio stupa, do sektora 2,20 m od vrha, koji je normalno jače izložen torziji, konstruiran je kao pun presjek, s rupama u razmacima po 10 cm za pričvršćenje konsola u raznim visinama.

Konsole su obično također od armiranog betona, a mogu se upotrebiti i konsole od profilnog čelika, kao kod drvenih stupova.

Takvi se stupovi normalno ugrađuju u unaprijed pripremljene temelje s odgovarajućom rupom u sredini. Izravnanje stupova u konačni položaj vrši se drvenim klinovima. Nakon uklještenja stupa u temelj kamenjem, slobodan se prostor ispunja betonom.



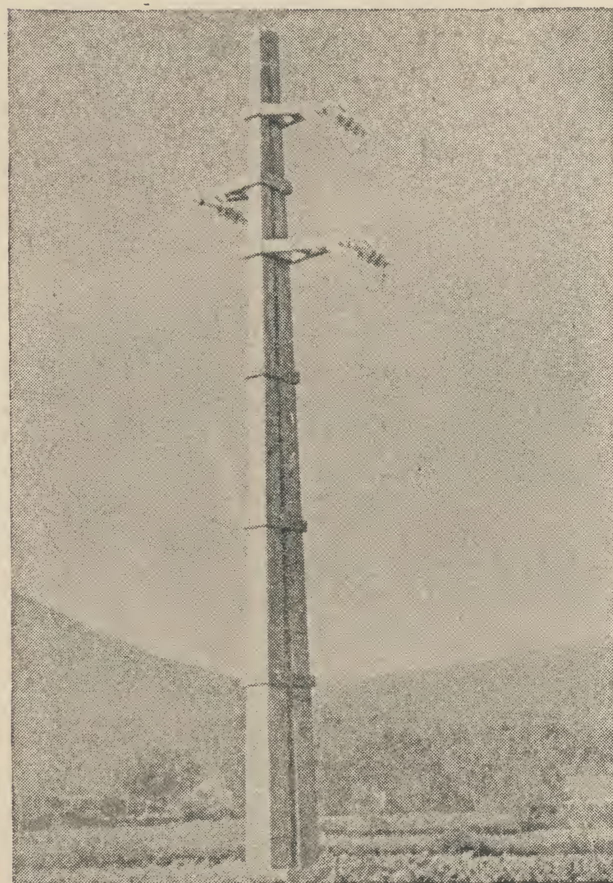
Sl. 4 — Penjanje na stup



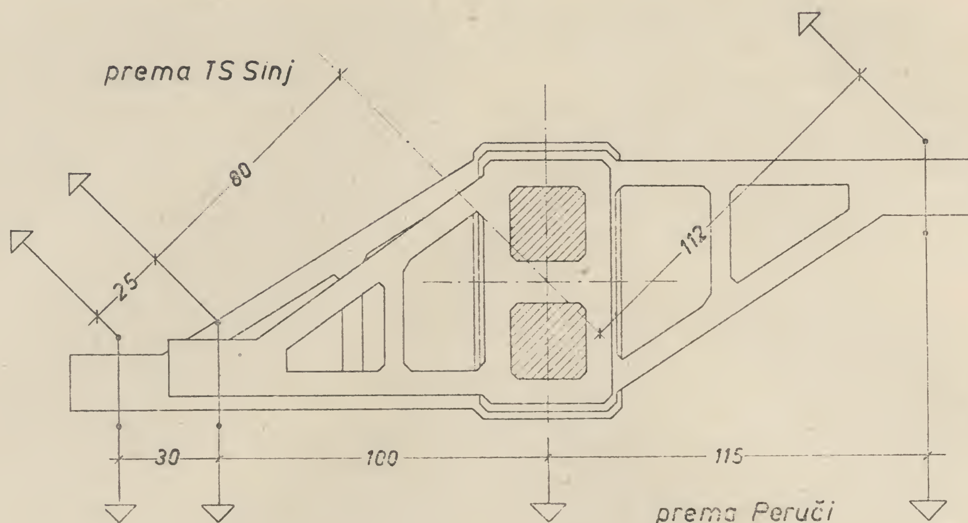
Sl. 5 — Nosivi stup visine 13,50 m

Na dalekovodu Sinj—Peruča nosivi stupovi izvedeni su kao obični jednostruki stupovi. Rasteretni stupovi, linijski i kutni, te krajnji stupovi izvedeni su kao dvojni, međusobno povezani armiranim betonskim obujmicama, odnosno u glavi stupova obujmicama samih konsola. Takvi dvojni stupovi računati su za jače opterećeni smjer kao sastavljeni nosači, kod kojih obujmice preuzimaju sile smicanja. U vrhu su stupovi međusobno povezani vijcima kroz betonski uložak među njima, koji usto podržava zaštitno uže.

Prijenos iz tvornice do mjesta ugradnje vršio se kamionima .Dvojni stupovi su na terenu sastavljeni i obujmice zalivene rijetkim cementnim mortom, pa su se tako složeni kao cjelina ugrađivali u temelje.



Sl. 6 — Kutno-rasteretni stup KR 40° visine 13,70 m



Sl. 7 — Tlocrt asimetričnih konsola na kutno-krajnjem stupu

Kutno-krajnji stup pred trafostanicom u Sinju nije ugrađen sa osi simetrije u smjeru simetrale kuta, odnosno rezultante sila, kako je to uobičajeno, nego je veći otporni moment orijentiran prema jačoj komponenti. Da bi se izbjeglo veće produženje konsola, koje je kod otklona trase potrebno zbog održavanja horizontalnog razmaka faza, primijenjene su asimetrične konsole normalne dužine, što nije nimalo iskvarilo estetski izgled stupa, a nosivost mu je statički daleko bolje iskoriščena (vidi sliku na naslovnoj strani).

Ostali tehnički podaci o izvedenim stupovima složeni su u tablici.

Količine utrošenih materijala za rasteretne stupove (R i KR) ukazuju na to, da bi bilo ekonomičnije, da su se ti stupovi bili izveli jednostruki puni, livani na mjestu, istog izgleda kao i šuplji. Od toga se odustalo, jer montažno poduzeće nije bilo organizirano za izradu tog tipa stupa, a za razmjerno mali broj stupova se reorganizacija poduzeća ne bi bila isplatila. Praksa je inače na više dalekovoda potvrdila cjelishodnost takve kombinacije.

Podaci o dimenzijama, utrošenim materijalima i težinama glavnih tipova stupova

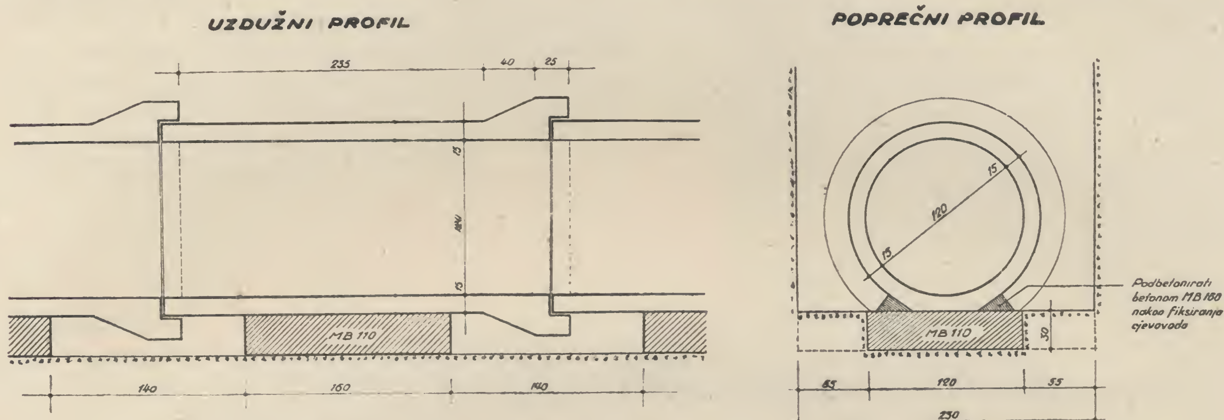
Tip stupa i ekvivalentno opterećenje u vrhu	Elementi stupa		Visina nad terenom	Ukupna dužina	Presjek u vrhu/ u bazi	Kubatura betona	Cement PC 450	Pijesak + drobljenac	Čelik Č. 37	Težine
	—	kom.	m	m	cm	m³	kg	m³	kg	kg
N 170/10,0	Stup Konsole	1 3	13,50 —	14,75 1,25—1,60	16,0/45,5 —	0,790 0,090	277 36	1,07 0,122	282 43	1900 216
Hx = 660 kg	Ukupno	—	—	—	—	0,880	313	1,192	325	2116
R 200/9,5	Stupovi Konsole Obujmice	2 3 3	13,70 — —	15,0 1,30—1,65	15,0/45,0 — —	2 × 0,78 0,180 0,087	2 × 273 72 35	2 × 1,05 0,242 0,120	2 × 301 61 50	3740 435 210
Hy = 1610 kg	Ukupno	—	—	—	—	1,827	653	2,462	713	4385
KR 20°/200/9,5	Stupovi Konsole Obujmice	2 3 3	13,70 — —	15,0 1,30—1,65 —	15,0/45,0 — —	2 × 0,78 0,180 0,087	2 × 273 72 35	2 × 1,05 0,242 0,120	2 × 324 61 50	3740 435 210
Hy/Hx = 1600/330 kg	Ukupno	—	—	—	—	1,827	653	2,462	759	4385
KR 40°/275/9,5	Stupovi Konsole Obujmice	2 3 3	13,70 — —	15,0 1,60—2,0 —	20,0/50,0 — —	2×0,96 0,180 0,106	2 × 336 72 40	2 × 1,29 0,242 0,133	2 × 333 63 54	4600 435 240
Hx = 1950 kg	Ukupno	—	—	—	—	2,206	484	2,955	783	5275

PRIMJENA B. F. Z.* BRTVE KOD SPAJANJA ARMIRANO-BETONSKIH CIJEVI

Ing. **Nikola Čulinović**, Lokve

U završnoj fazi gradnje hidroelektrane »Nikola Tesla« izgrađeni su objekti crpne stanice Križ, u čijem sklopu je izveden tlačni cijevni vod od armiranog betona. Građevinske radove izvodilo je građevno poduzeće »Hidroelektra«, dok je brtvenje cijevnog voda izvelo poduzeće »Hidromontaža«.

Taj vod dužine 63 m spaja crpnu stanicu s tunelom, koji dovodi vodu do lokvarske akumulacije. Sastoji se od dvadeset i jedne cijevi na kolčak dužine po 3 m, čistog promjera 1,20 m. (Sl. 1) Računat je na maksimalni pritisak od vodnog udara sa 3,8 kg/cm².



Sl. 1 — Uzdužni i poprečni prijesjek cijevnog voda

lepljivi premaz i bitumenski kit. Najvažnija je kod brtvenja vrpca, koja se sastoji od uzdužnih vlakna, natopljenih u specijalnu bitumensku masu, čiji sastav nije poznat. Isto tako nije poznata smjesa premaza, dok je bitumenski kit domaće proizvodnje tvornice »Katran«, a mješavina je 50% bitumena Iraka 55, 45% vapnenačkog brašna i 5% azbesnog vlakna. Na slici 2 vidi se kompletno ugrađena brtva.

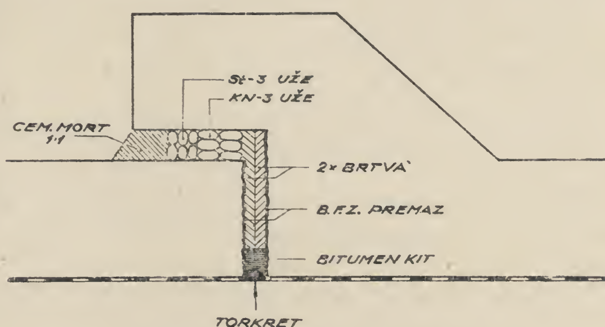
Nakon postavljanja prve cijevi na betonsko postolje i njenog fiksiranja u točan položaj postavila se je naredna cijev u njenu neposrednu blizinu na već prije izbetonirano postolje. Namještanje cijevi

Cijevi su se betonirale na platou u neposrednoj blizini rova za polaganje, i to u vertikalnom položaju s kolčakom gore u oplati kombiniranoj od drveta i lima, kako bi se dobile što bolje obrađene površine. Oplata je visinski bila podijeljenja u tri dijela, zbog lakšeg betoniranja. Prije i za vrijeme betoniranja uzeta su betonska probna tijela, koja su dala dobre rezultate što se tiče vlačne čvrstoće i propusnosti za vodu. Međutim, na svim mjestima se nije dobio kod ugrađivanja najbolji beton, pa se na unutarnjoj strani cijevnog voda izvela pneumatska žbuka u debljini od 2 cm.

Teškoću je pretstavljalo samo brtvenje tako velikih cijevi.

Prvotno zamišljeno brtvenje s katranisanim užetom i zalivanjem vrućim olovom ne bi odgovaralo, pa su projektanti dali prijedlog, da se brtvi sa specijalnim B. F. Z. materijalom, proizvodom firme A. G. für chemisch-bautechnische Produkte. Materijal se nakon duljeg vremena nabavio u Švicarskoj, pa se polovicom juna prošle godine pristupilo brtvenju. Brtva se sastoji od vrpce debljine 12 mm, širine 100 mm, običnog užeta oznake St-3 i bituminiziranog užeta oznake Kn-3, oba s promjerom oko 2 cm. Pored toga upotrebljava se još specijalan

vršilo se pomoću dvije koturače nosivosti od po 5 t, obješene na dva poprečno postavljena trupca Ø 40 cm. Zatim su se sudarne plohe kolčaka i kraja druge cijevi dobro očistile i premazale ljepljivim premazom. Premazivanje se vršilo kistom srednje veličine promjera 2—4 cm, uz utrošak od 0,30 kg premaza po jednom kolčaku. U isto vrijeme se vrpca za brtvenje rastegnula na oblanjanu dasku i oslobodila od parafiranog papira, kojim je bila zamotana. Po lijepom sunčanom vremenu, kako je bilo kod nas gotovo za vrijeme cijele montaže, vršilo se premazivanje i priprema brtve istovremeno; međutim, po hladnijem i kišovitom vremenu mora se premazivanje vršiti jedan do dva dana



Sl. 2 — Prijesjek kroz brtvu

* Proizvod firme A. G. für chemisch-bautechnische Produkte, Warenlos, Švicarska.



Sl. 3 — Pripremanje B. F. Z. brtve za ugradnju

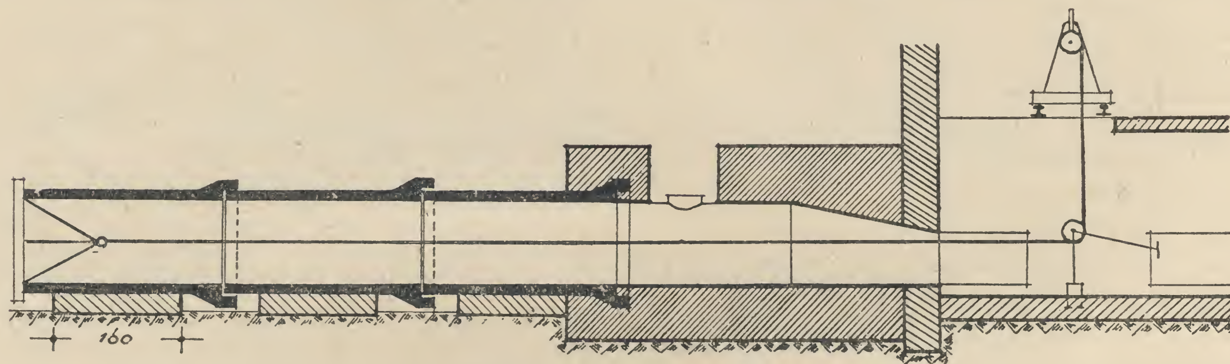
ranije. Plohe moraju biti suhe, pa se njihovo sušenje kao i grijanje brtve može obaviti grijalicama za lemljenje. Ugrijana brtva postane elastična, lakše se kod postavljanja uhvati na namazanu plohu kolčaka i lakše se vrši stiskanje cijevi u

1 : 1. Unutarnja reška se nabila bitumenskim kitom i nabacila torkretom.

Nakon spajanja dviju cijevi izvršeno je ispitivanje brtve pod pritiskom od 3 atm. (Sl. 6). U tu svrhu su se krajevi cijevi zatvorili čeličnim poklopcima debljine 35 mm, koji su se međusobno povezali betonskim željezima ⌀ 32 mm, a kao brtvilo služila je guma ⌀ 30 mm.

Rezultati su bili dobri, jer nije zapaženo nikakovo procurivanje niti vlaženje kroz brtvu. Jedino se na donjem kraju cijevi u blizini kolčaka pojavilo vlaženje vodom i to zbog oštećenog torkreta na unutrašnjoj oblozi. Zato su se krajevi daljnjih cijevi popravljali solidno izvedenim cementnim mortom, a na koncu se sa unutrašnje strane izveo torkret, kako je to već naprijed navedeno.

Po završetku spajanja tlačnih cijevi betonirani su priključci sa čeličnim cijevima pumpi odnosno zatvarača, nakon čega je izvršena tlačna proba čitavog cijevnog voda. Ispitivalo se tako, da se cijevni vod držao najprije 30 minuta pod pritiskom od 3 atm, a kasnije 10 min pod pritiskom od 4,2 atm. Nije se mogao održati tlak 90 minuta od 3 atm i 20 mi-



Sl. 4 — Zatezanje cijevi

svrhu njenog stezanja. Kako kod naših cijevi površine kolčaka i krajeva cijevi nisu izvedene glatko, upotrebljena je dvostruka brtva mjesto jednostruke. Isto tako je na unutarnjoj reški izostavljeno jednostruko St-3 uže, dok je nakon ispune reške bitumenskim kitom mjesto produžnog morta izvedena pneumatska žbuka, koja se na taj način kontinuirano nastavila na torkret ostalog dijela cijevi. To je učinjeno, jer je dvostruka brtva sa svojom većom masom ispunila cijelu unutarnju rešku, pa se nisu mogli smjestiti ostali materijali.

Vrpce su se tako nalijepile na obje površine i nakon toga su se cijevi stezale silom od oko 6500 kg, da bi se dobio potreban pritisak od 1 kg/cm² na pritisnutu plohu. To se vršilo s jednim desettonskim vitlom, na način kako se vidi iz slike 4.

Pritisak stiskanja stajao je sve dok se cijev nije podbetonirala i beton otvrdnuo. Debljina brtve nakon stiskanja iznosila je 12—16 mm.

U vanjsku se rešku najprije nabilo dvostruko bitumenizirano uže Kn-3, a zatim obično uže St-3 (Sl. 5). Zatim se reška zalila cementnim mortom

nuta od 4,5 atm, kako je bilo zamišljeno, jer su se visokoturažni elektromotori pumpe, kojom je vršeno ispitivanje, uzastopce kvarili. Međutim, i to je bilo dovoljno, da se dođe do pouzdanih rezultata.



Sl. 5 — Nabijanje užeta

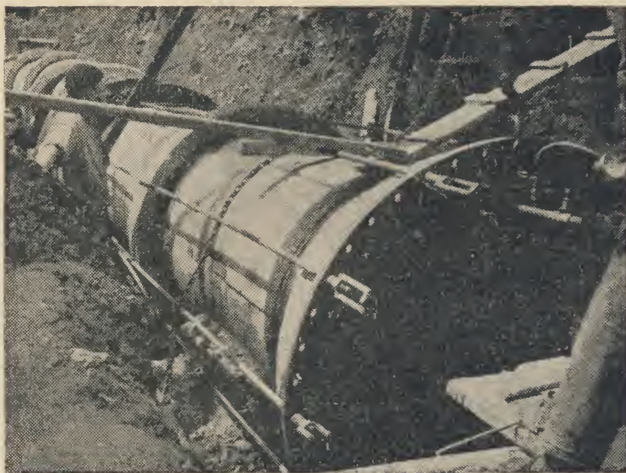
Brtva se pokazala dobrom, jer se, osim na jednom kolčaku, nigdje nije pojavilo procurivanje. Na dva kolčaka kao i na plaštu triju cijevi, došlo je do laganog vlaženja. Jedino na jednom kolčaku curilo je oko 12 l/min, jer je brtva bila nedovoljno stegnuta. Kod rada na tome kolčaku vremenske su prilike bile nepovoljne, pa je stezanje brtve bilo otežano. I pored sve pažnje, vjerojatno je cijev negdje zapela i zbog toga se nije mogla pritegnuti.

Sanacija toga kolčaka će se izvesti na unutarnjoj i vanjskoj reški. Ako bude i dalje puštao vodu, izvest će se oko kolčaka s vanjske strane armirano betonska bandaža.

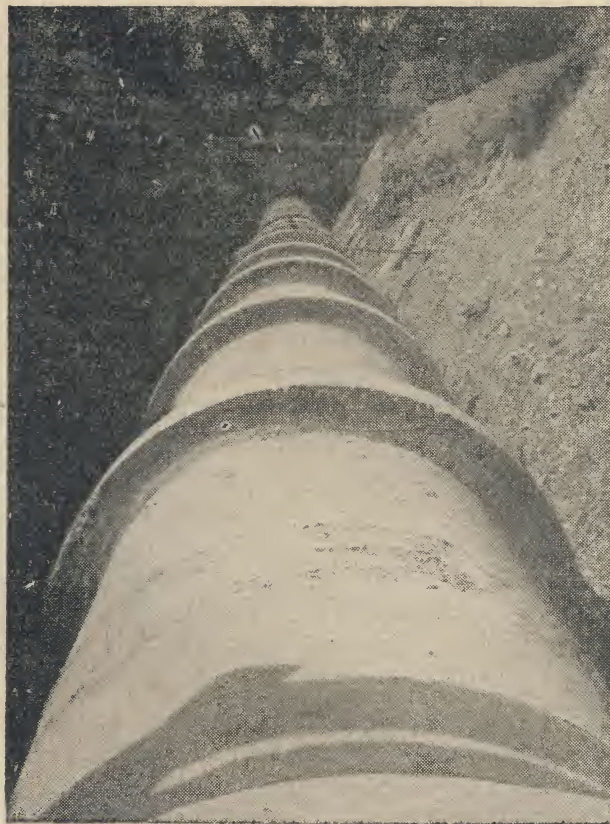
Na osnovu rezultata ispitivanja i iskustva tokom brtvenja može se zaključiti ovo:

1. Kod rada treba cijevi umjereno pritezati. Nakon stezanja dvostruka brtva treba da bude debljine 12—16 mm. Premalo pritezanje ne daje dobro brtvenje, a prejako pritezanje suviše smanjuje prostor između cijevi, što može izazvati oštećenja kod eventualnog slijeganja cijevi. Poželjno je da se unaprijed obilježi granica položaja stegnutih cijevi.

2. Brtvenje cijevnog voda treba da napreduje u smjeru kolčaka, jer se tako može izvesti betonsko postolje u većoj dužini skoro do početka kolčaka, što omogućava solidnije fundiranje cijevnog voda u slučaju eventualnog slijeganja.



Sl. 6 — Ispitivanje prvih cijevi na tlak



Sl. 7 — Izgled gotovog cijevnog voda

3. Brtvenje takove vrste izvoditi po mogućnosti po lijepom sunčanom vremenu, jer tada otpada grijanje brtve i sušenje brtvenih ploha grijalicama, što dosta otežava posao.

Pored toga važno je istaknuti, da uspjehu brtvenja mnogo doprinosi točna izrada cijevi, osobito na krajevima. Zato je najbolje kod betoniranja upotrebiti limenu oplatu sa željeznim rematama, a beton vibrirati specijalnim oplatnim vibratorom. Na taj će se način dobiti točne dimenzije cijevi, pa će se, uz pažljivo brtvenje i pridržavajući se uputa, dobiti solidan cijevni vod koji, bez sumnje, ima velike prednosti pred ostalim tlačnim cijevnim vodovima.

OBAVIJEST JUGOSLAVENSKE SEKCIJE MEĐUNARODNE KOMISIJE ZA VISOKE BRANE

Šesti Kongres za visoke brane održati će se 1958. g. u New Yorku. Na dnevni red Kongresa stavljena su četiri pitanja, čiji naslovi, prema obavještenju Sekretarijata međunarodne komisije glase:

Pitanje 20: Povišenje postojećih brana uključujući i metode građenja novih brana povisivanjem u etapama.

Pitanje 21: Promatranje naprezanja i deformacija u branama, njihovim temeljima i bočnim oslonima; prispodoba tih podataka s proračunom i pokusima na modelima u smanjenom mjerilu.

Pitanje 22: Metode nabijanja i sadržina vlage materijala upotrebljenih za jezgru i potporne nasipe kod zemljanih i nasutih kamenih brana.

Pitanje 23: Primjena dodatka i pucolanskih materijala za betonske brane i upliv finijih čestica pijeska.

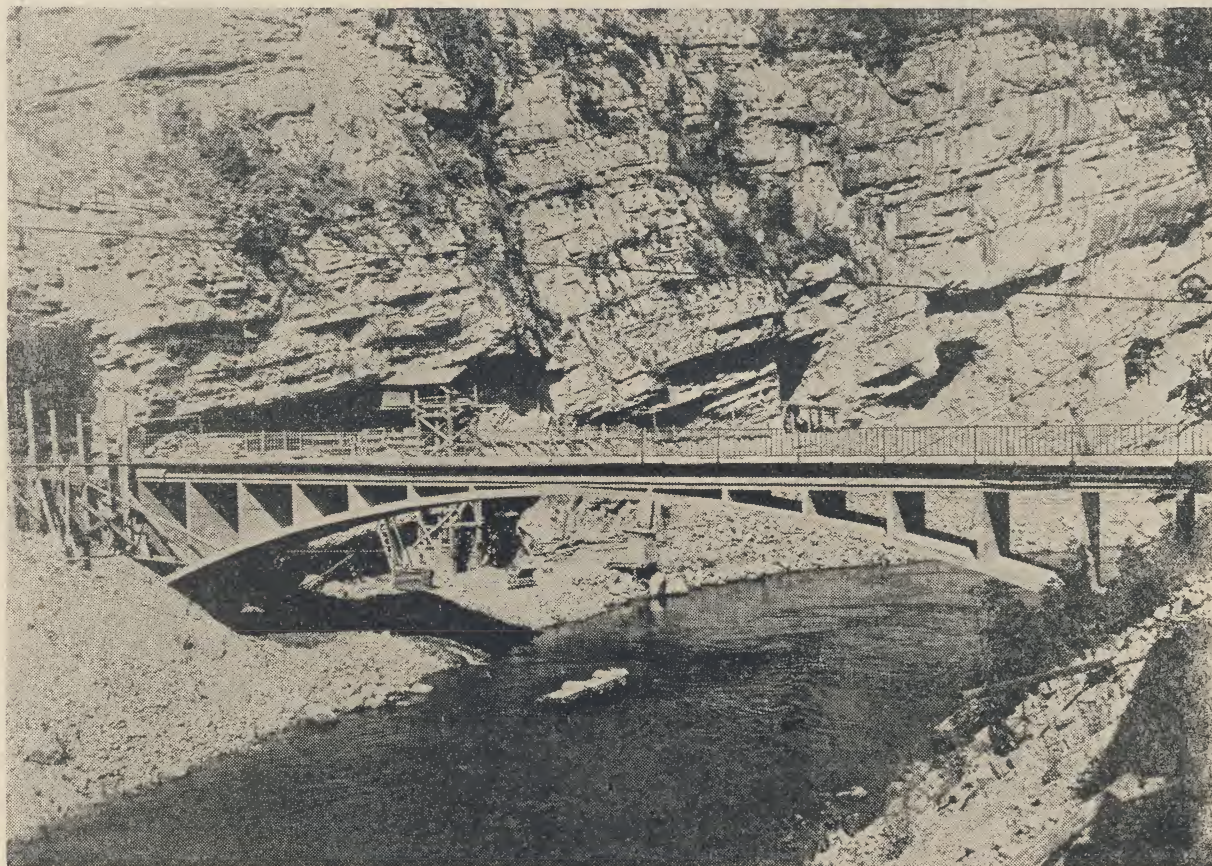
Kasnije će se još dati detaljnija tumačenja u vezi s navedenim temama i upute o opsegu, datumu predaje rukopisa i t. d.

S naših gradilišta

HIDROELEKTRANA PODMILJAČA

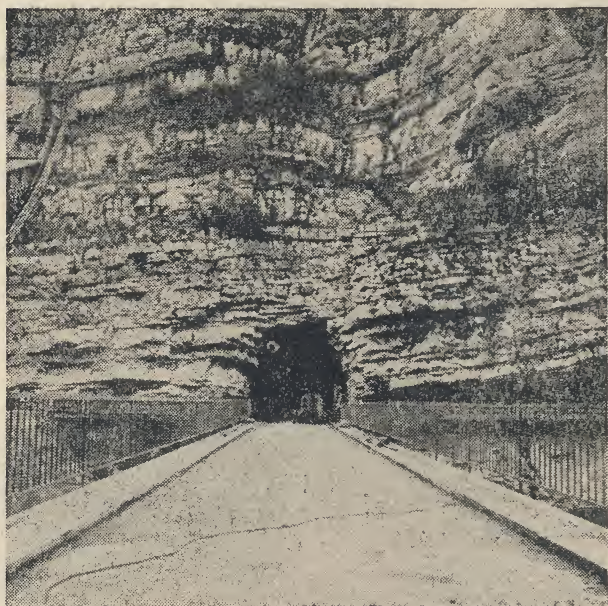
Još tutnje eksplozije u uskom kanjonu nemirnog Vrbasa, vršene pri dovršavanju iskopa u litici za podzemne kanale velike hidroelektrane, koja će na padu od 101 m iskorištavati vodu rijeke Plive, a u dvorani je već započela montaža turbina. Voda se zahvaća na kraju Velikog jezera iznad Jajca i sistemom tunela ukupne duljine 5800 m vodi do Podmiljače, gdje je smještena podzemna strojarna sa dvije Francis turbine na vertikalnoj osi, koje uz dotok od 60 m³/sec daju snagu od po 24 000 KVA. Godišnja proizvodnja energije iznosit će prosječno preko 200 miliona kWh. To je druga hidroelektrana na Vrbasu kraj Jajca. Prva elektrana, Barevo, čiji uspor doseže do doljnje vode turbina na Podmiljači, već je nekoliko godina u pogonu. Kasnije će se nasutom branom Šipovo, visokom oko 70 m, stvoriti umjetno akumulaciono jezero u dolini Plive, koje će izravnati dotok Plive.

Od radova za hidroelektranu Podmiljače prva dionica tunela između Velikog i Malog jezera, duljine oko 1000 m, potpuno je dovršena. Sada se upravo sprema proboj stijene, koja još zatvara dno jezera prema tunelu. Tada će se voda Plive propustiti tom dionicom, da bi se u suhom mogle dovršiti posljednje dionice cijevi ispod slapa Malog jezera, koja spaja prvu s drugom dionicom tunela. Radovi na kopanju, betoniranju i injektiranju obloge na toj su dionici u punom toku, a računa se, da će do ljeta 1957. biti potpuno gotovi. Za iskop upotrebljene su bušilice na skeli domaće konstrukcije, pneumatski bageri za utovar, a napredovanje je iznosilo oko 6 m punog profila na dan. Za betoniranje obloge upotrebljene su sandučaste oplate s glatkom površinom na drvenim i na željeznim remenatama, postignuto je napredovanje od oko 7,5 m na dan. Površina betona potpuno je glatka, pa se moglo izostaviti pneumat-



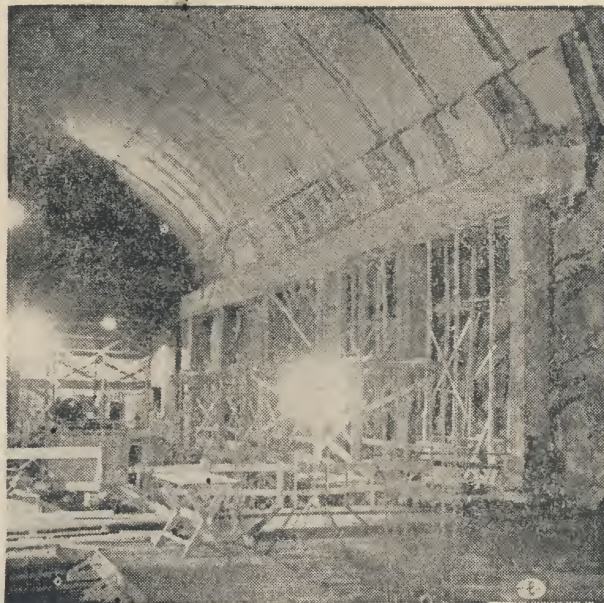
Sl. 1 — Elegantni betonski most za pristup u podzemnu strojarnu u kanjonu Vrbasa

sko žbukanje, koje je projektom bilo predviđeno i postići velika ušteda. Agregat za spravljanje betona dobiven je od kamena iskopanog u tunelu, a pripremao se u drobilani smještenoj u samom tunelu, uz koju je i miješalica za beton.



Sl. 2 — Pogled s mosta na ulaz u podzemnu dvoranu hidroelektrane

U toku su radovi na iskopu vodne komore i njenom betoniranju. Vertikalna limom oklopljena cijev duljine 100 m, kojom voda iz tunela dolazi na dvije turbine, već je dovršena. Podzemna dvorana za strojarnu, transformatore i rasklopno postrojenje 110 kV duga je 150 m, široka oko 15 m, a visina na mjestu turbinskih aspiratora iznosi oko 50 m. Iskopana je u čvrstom slojevitom vapnencu i samo je svod obložen betonom.

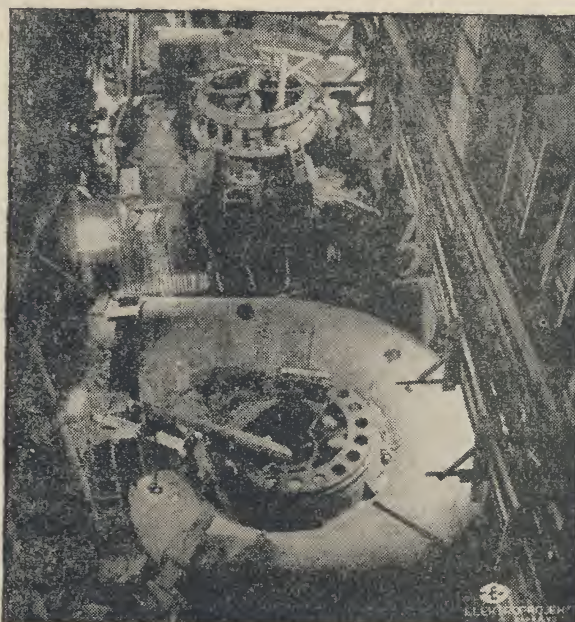


Sl. 4 — Betonska staza za montažnu dizalicu u podzemnoj dvorani hidroelektrane

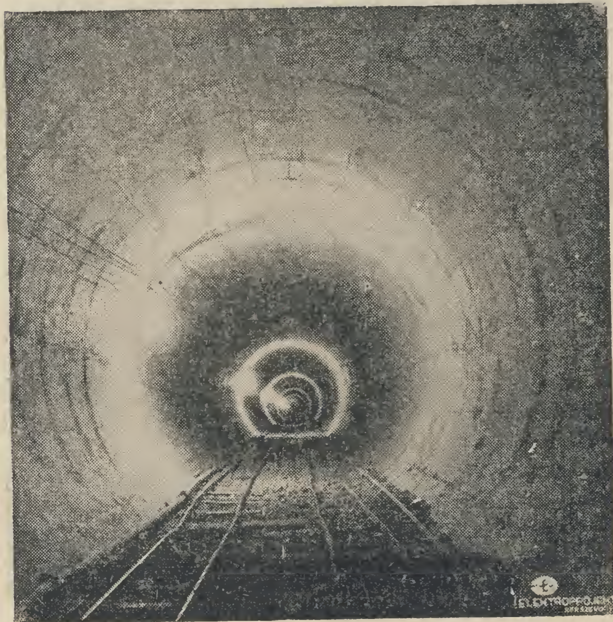
Projekt postrojenja izradio je Elektroprojekt u Sarajevu (Ing. Mikulec i Ing. Miljković), investitor je poduzeće Elektrovrbas u Jajcu, nadzor nad gradnjom vodi Ing. Čuček. Građevinske radove izvodi Hidrogradnja iz Jablanice i Željezničko građevno poduzeće broj 1 iz Sarajeva (II dionica tu-



Sl. 3 — Iskop temelja za turbine u podzemnoj dvorani. Svod je već betoniran



Sl. 5 — Montiranje turbina i turbinskih spirala



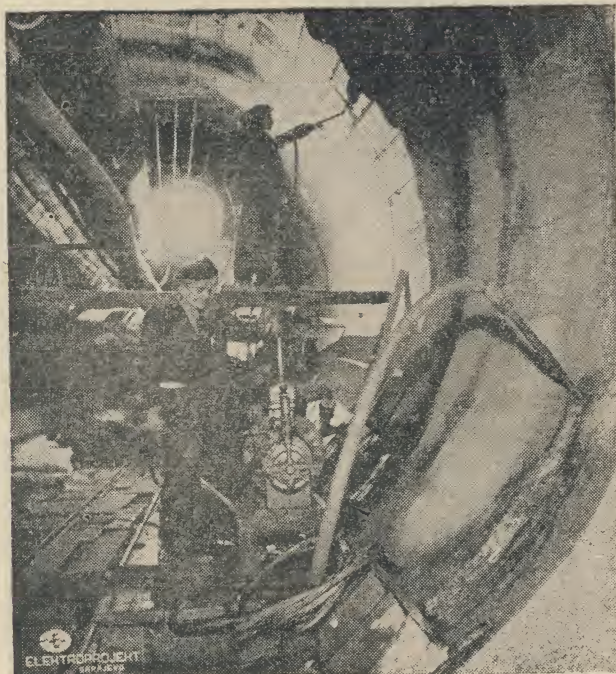
Sl. 6 — Gotova dionica tunela



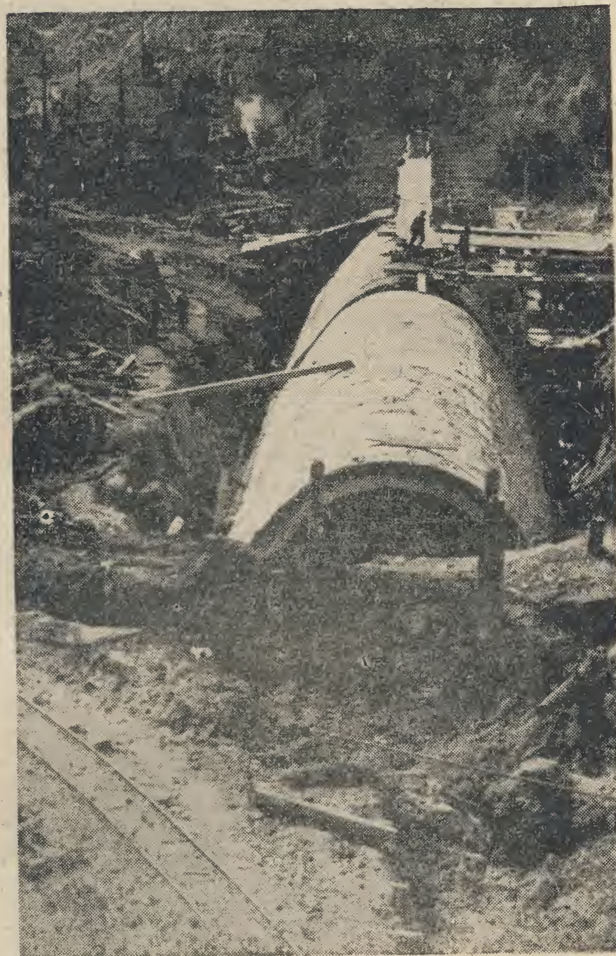
Sl. 8 — Drenaže na plohi temelja za armiranu betonsku cijev na dijelu dovoda ispod slapa Malog Jezera

nela), a injektiranje tunela Geoistraživanja iz Zagreba. Turbine i generatore dobavila je ASEA iz Stockholma, a hidromehaničku opremu Metalna iz Maribora. Montažne radove izvodi Cer, montažno poduzeće iz Niša.

E. N.



Sl. 7 — Kontaktno injektiranje spoja između betona obloge tunela i stijene. Cementno mlijeko ubrizgava se pod tlakom od oko 6 atm i ispunjava sve praznine



Sl. 9 — Dvije gotove dionice armirane betonske cijevi. Spoj između cijevi betonirat će se, kad se pod težinom cijevi slegne temeljno tlo. U spojeve ugrađene su specijalne gumene trake za brtvljenje, koje omogućuju velike međusobne pomake (proizvod »Sava«, Kranj)

LUKA LATAKIJA (SIRIJA) — PRED DOVRŠENJEM

Latakija — prva velika luka koju Jugoslaveni grade u Siriji već je stvarno predana prometu, kako se vidi na našim slikama. Kratki opis projekta i građenja donijeli smo u Građevinaru broj 5/1954 (str. 193). Radovi na gradnji ove velike luke, koju gradi Pomorsko građevno poduzeće iz Splita, potpuno će se završiti do konca ove godine.

E. N.



Sl. 1 — Potpuno dovršena nova obala u luci Latakija. Duljina je obale 600 m, dubina mora uz obalu 9,5 m. Na obali su montirane četiri velike dizalice



Sl. 2 — Potpuno dovršena obala u starom lučkom basenu, duljina 270 m, dubina mora 7 m. Uz obalu su dva manja jugoslavenska parobroda, koji istovaruju robu. U desnom uglu kraj 600 m duge glavne obale u novoj luci

KAKO DA INVESTITOR DOBIJE NAJPOVOLJNIJEG PONUĐAČA

Zvonko Sabolović

Ovogodišnja veća ponuda nego potražnja na građevinskom tržištu dovela je do raznih negativnih pojava pri ustupanju poslova. Neraščišćeni pojam »najpovoljniji« u mnogo slučajeva je zloupotrebljen kako od investitora tako i od izvođača. Zbog toga je neophodno potrebno, da se što prije donesu odgovarajući propisi za reguliranje građevnog tržišta. Prvenstveno da se odredi način ustupanja radova, uslovi za izvođenje građevinskih radova kao i način izvođenja radova u režiji.

Dosadanji savezni i republički propisi su zbog nepreciznosti vrlo često bili izigravani, a investitor odnosno komisije, koje su vršile licitacije nisu bile odgovorne za svoje »greške«, bez obzira na to, da li je »najpovoljniji« ponuđač bio najjeftiniji ili najskuplji, jer nije bilo kontrole javnosti, koja je stvarno investitor, pa se sve to pokrivalo na različite načine, kao »poslovna tajna« i slično.

Novi ili dopunjeni propisi o ustupanju građevinskih radova treba da i dalje određuju način ustupanja poslova putem licitacija, a u iznimnim i specifičnim slučajevima putem režije investitora. Dostalac radova treba opet da bude »najpovoljniji«. Da bi se to moglo ustanoviti, treba da svaki ponuđač prema revidiranom i kompletnom projektnom elaboratu izradi u odgovarajućem roku (najmanje 4 do 6 tjedna) svoju ponudu, t. j. da predloži licitacionoj komisiji takozvani »projekt izvođača« u smislu Uredbe o građenju kao i eventualne prijedloge pojeftinjenja i ubrzanja građenja, odnosno svoju cijenu koštanja objekta, ako bude dostalac radova. Dopušteno odstupanje od ugovorene cijene ne bi smjelo biti veće od 2%, što bi jednako vrijedilo za investitora i izvođača. Veće odstupanje trebali bi razmatrati viši organi kao i šira javnost i ono bi bilo predmet posebnog ugovora, ali ne bi smijelo u slučaju ne prihvaćanja utjecati na dovršenje objekta prema ugovorenoj cijeni.

Kako bi investitor bio dužan da plaća izradu ponude prema cjeniku sličnom kao za projektne usluge, što bi također bilo prethodno ugovoreno, on bi imao mogućnost da bira ponuđača izravno. Dostalac radova ne bi se mogao odrediti u odgovarajućem roku (najmanje 4 tjedna), ako licitacionoj komisiji nisu bile podnesene barem 3 ponude ili su ponuđene cijene dovršenja objekta veće od osiguranih financijskih sredstava investitora.

Uslovi za izvođenje radova trebali bi biti jedinstveni za cijelu FNRJ, a uz opće uslove trebalo bi

izraditi posebne uslove za visoke gradnje, niske gradnje i hidrogradnje.

Dalje bi trebalo utvrditi, da režijske radove mogu izvoditi, zbog njihove specifičnosti, samo poduzeća željezničkog, cestovnog i PTT saobraćaja kao i operativnih jedinica JNA i unutrašnjih poslova, a njihove režijske grupe trebalo bi, što se tiče obaveza prema zajednici, izjednačiti s građevinskim poduzećima. Drugim različitim šumskim, zadružnim i ostalim poduzećima treba onemogućiti, da uza svoje specijalnosti nastupaju kao izvođači građevinskih radova. Osim toga nužno bi bilo izvršiti s početkom nastupajuće građevinske sezone reviziju registracija građevinskih poduzeća i njihovu kategorizaciju (podjelu prema njihovim kapacitetima odnosno godišnjem bruto produktu), i to: opća građevna poduzeća do 50 miliona bruto produkta, građevinska poduzeća za visoke, niske i hidrogradnje do 500 miliona bruto produkta, specijalizirana građevinska poduzeća za industrijske objekte, ceste, željeznice i slično do 2 milijarde bruto produkta, te građevinski kombinati sa preko 2 milijarde produkta. Na osnovu takove kategorizacije investitor bi odmah mogao da odredi, kakvog je kapaciteta ponuđač, odnosno da li je podoban za izvođenje predviđenih radova.

Utvrđivanje kapaciteta je s obzirom na sadašnje prilike u našem građevinarstvu vrlo složen posao, ali za početak mogao bi se za osnovicu uzeti ukupan-obim radova u toku jedne godine izražen u sadašnjoj tržnoj vrijednosti i građevinskoj veličini, s odgovarajućim kadrovima i njihovim iskustvom, a uz odgovarajuće korištenje raspoloživih osnovnih sredstava. Prema tome, na primjer, jedno poduzeće za visoke gradnje s kapacitetom 500 miliona dinara treba prema B. Pihi (Tehnika 12/56) da izgradi najmanje 24 000 m^2 građevinske površine s osnovnim sredstvima u vrijednosti 35 do 50 miliona dinara odnosno s koeficijentom mehaničke opremljenosti od 0,10 do 0,15 te sa 6 visokostručnih i 24 stručnih rukovodilaca i 470 radnika.

U iznešenom mislim da je dano polazno rješenje, kako da investitor dobije stvarno najpovoljnijeg izvođača, jer je dosadašnjim propisima i praksom to bilo onemogućeno, a u najviše slučajeva ispalo je obratno.

Iz društva građevinskih inženjera i tehničara N R Hrvatske

PREDAVANJE U DGITH, PODRUŽNICA ZAGREB

Dne 12. decembra održao je u prostorijama Društva inženjera i tehničara u Zagrebu ing. Antun Novak predavanje pod naslovom

»Izgradnja novog Zagrebačkog velesajma«

Ing Novak je šef gradilišta novog Velesajma i kao takav je rukovodio izgradnjom.

Cijelo izlaganje je predavač podijelio na dva dijela i to na dio u kome je opisan period od sredine novembra 1955. do početka aprila 1956., kada su se izvršile stanovite pripreme i utrošila svota od cca 50 miliona dinara i na dio u kome je detaljnije opisan period od početka aprila do 7. septembra 1956. t. j. dana otvorenja Velesajma, period od nešto više od 5 mjeseci u kome su izvedeni građevinski radovi u vrijednosti cca 1,5 miljarde dinara (do 20 miliona dinara dnevno!).

Predavač je, na vrlo zgodan način, slušaocima prikazao cijeli historijat kao i glavne pojedinosti gradnje izložbenih paviljona, saobraćajnica i ostalih građevinskih objekata.

U izlaganju je predavač također dao dosta brojčanih podataka o radnoj snazi, kvalificiranoj i nekvalificiranoj, upotrebljenoj mehanizaciji te količinama pojedinih utrošenih materijala. Isto je opisao i dijagramima ilustrirao dinamiku rada. Kritički se osvrnuo na stanovite probleme i poteškoće na koje se nailazilo za vrijeme građenja.

Predavač je u toku izlaganja prikazao niz vrlo uspjelih fotografija raznih faza gradnje, od samoga početka pa do svečanog otvorenja Velesajma.

Budući da je gradnja ovako velikog objekta u tako kratkom vremenskom periodu bez presedana u našoj građevinskoj praksi, razumljivo je da je iscrpan prikaz ovakovog pothvata bio vrlo interesantan i instruktivan. Nažalost predavanje je bilo dosta slabo posjećeno. *A. S.*

OBAVIJEST KNJIŽNICE DRUŠTVA INŽENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

Knjižnica Društva inženjera i tehničara raspolaže s prilično velikim brojem stručnih knjiga s područja građevinarstva. Osim toga knjižnica je pretplaćena na sve stručne časopise koji se štampaju u FNRJ, a raspolaže i s nekoliko vrlo interesantnih inozemnih časopisa.

Međutim je vrlo mali broj članova koji te časopise koriste, pa mnogi možda ni ne znaju koje časopise mogu čitati u knjižnici Društva.

Zato obavještavamo sve članove da je Društvo pretplaćeno na ove strane časopise koji redovito stižu:

— *Annales des Ponts et Chaussées, Paris*
— *Technique Moderne Construction, Paris*
— *Revue, Materiaux et Constructions, Paris*
— *Allgemeine Bau-Zeitung, Wien*
— *Eingineering News-Record, SAD*
— *Construction Methods and Equipment, SAD*

JUGOSLAVENSKO DRUŠTVO ZA MEHANIKU TLA I FUNDIRANJE

Slijedeći sedmi stručni kongres Jugoslavenskog društva za mehaniku tla i fundiranje održati će se u aprilu ove godine u Ohridu. Na tom će se kongresu, prema već uobičajenoj praksi prodiskutirati referati s cijelog područja teoretske i primijenjene mehanike tla, koji su prethodno pripremljeni i objavljeni, ili se stave na raspoloženje učesnicima prije početka kongresa. Detaljnije informacije mogu interesenti dobiti od sekretara: Prof. Ing. Dušan Krsmanović, Sarajevo, Vojvode Stepe 6/I.

O djelatnosti Društva donijeli smo izvještaj u Građevinaru 1955, br. 6, str. 240.